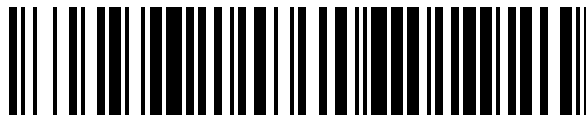


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 234 189**

21 Número de solicitud: 201931159

51 Int. Cl.:

C02F 3/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

08.07.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

29.08.2019

71 Solicitantes:

**UNIVERSITAT DE GIRONA (75.0%)
Plaça Sant Domènec,3 Edifici les Aligues
17004 GIRONA ES y
INBROOLL INDUSTRIES S.L. (25.0%)**

72 Inventor/es:

**SALVADO MARTIN, Victoria;
SERRA PUTELLAS, Teresa;
COLOMER FELIU, Jordi;
POUS I RODRÍGUEZ, Narcís;
FONT VENTURA, Marc;
PIJOAN PAGES, Irene y
SCHEERER, Jochen**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

54 Título: **REACTOR DE DEPURACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ES 1 234 189 U

REACTOR DE DEPURACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

DESCRIPCIÓN

5 Esta descripción se refiere a reactores de depuración para el tratamiento de aguas residuales que incluyen un recipiente por cuyo interior circulan aguas residuales a tratar y utilizan algas, bacterias, y zooplancton para el filtrado de partículas en suspensión y pulimiento de nutrientes y otros contaminantes de dichas aguas residuales.

10 ESTADO DE LA TÉCNICA

Los reactores de depuración actuales para el filtrado de partículas en suspensión en aguas residuales a base de zooplancton incluyen típicamente un recipiente con un tubo de entrada y un tubo de salida conectados directamente al mismo y en cuyo interior se dispone
15 zooplancton, algas y bacterias.

Estos reactores conocidos han mostrado presentar ineficiencias de funcionamiento debido a que no están adaptados a las características de supervivencia y reproducción del zooplancton. En particular, los reactores de la técnica anterior presentan el inconveniente de que, por el
20 interior del recipiente del reactor el agua residual pasa a velocidades incontroladas y elevadas, lo que dificulta la actividad natatoria del zooplancton y, en consecuencia, su capacidad de alimentación y reproducción. Por otra parte, en los reactores de la técnica anterior, el zooplancton escapa en la salida del recipiente durante el funcionamiento del mismo.

25 En algunos reactores conocidos de la técnica anterior se disponen medios de aireación mecánica del interior del reactor. Dichos medios de aireación mecánica se basan en la dosificación de oxígeno desde el exterior del recipiente del reactor a través del uso de aireadores mecánicos. A pesar de que esto presenta beneficios en cuanto a eficiencia de aireación, la dosificación del oxígeno desde el exterior para la aireación del reactor presenta,
30 sin embargo, un riesgo respecto al crecimiento de zooplancton, dado que este tipo de aireación supone una fuente de turbulencias en el sistema que limita la actividad de los organismos. Por otra parte, los medios de aireación mecánica añaden complejidad e implican un coste energético adicional, lo cual puede repercutir negativamente en la viabilidad económica de los reactores de depuración para el filtrado de partículas en suspensión en
35 aguas residuales.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5 Para resolver los inconvenientes citados, se propone un reactor de depuración para el tratamiento de aguas residuales con el cual se obtienen, además, ventajas adicionales respecto a los reactores conocidos.

10 El presente reactor de depuración se basa en la utilización de zooplancton (*Daphnia*) y una biopelícula formada por algas y bacterias.

15 El presente reactor comprende un recipiente destinado a la circulación de aguas residuales por su interior, preferiblemente de manera continua. Dicho recipiente contiene en su interior una biopelícula de algas y bacterias, así como zooplancton para el filtrado de partículas en suspensión de dichas aguas residuales.

20 En una parte superior del recipiente del reactor se dispone una entrada de agua residual al interior del recipiente. Se disponen también unos medios de aireación pasiva del agua residual que entra en el recipiente. Dichos medios de aireación pasiva del agua residual comprenden un conducto de aireación conectado por un extremo a una conducción conectada a la entrada de agua en el reactor, estando el otro extremo del conducto de aireación al aire ambiente. Los medios de aireación pasiva permiten oxigenar el agua residual que entra en el reactor sin requerir consumo eléctrico. Esto simplifica el reactor y reduce ventajosamente los costes. En particular, la conducción de entrada de agua residual al interior del recipiente presenta una zona de diámetro reducido que está conectada a un conducto abierto al aire. La combinación de la zona de diámetro reducido y el conducto abierto permite succionar aire del exterior y, por efecto Venturi, difundirlo en el agua residual de entrada al recipiente debido a la variación de presiones.

30 En un ejemplo, el presente reactor de depuración está configurado de manera que el agua residual que entra en el interior del recipiente del reactor, una vez ha circulado por los medios de aireación pasiva, se dosifica en la parte inferior del recipiente del reactor en una posición centralizada a una velocidad inferior a 3,5 mm/s. Este valor de la velocidad a la cual se dosifica el agua residual que entra en el interior del recipiente del reactor permite un correcto crecimiento y reproducción del zooplancton. Preferiblemente, la entrada de agua residual al interior del recipiente está conectada a un conducto que está cerrado por su parte inferior y

35

que presenta unas aberturas laterales formadas en el mismo por donde puede salir el agua al interior del recipiente. Esto permite evitar el movimiento de agua en la parte inferior del recipiente, mejorando la distribución de flujo de agua y permitiendo una mejor sedimentación de las partículas.

5

Se dispone, además una salida de agua tratada al exterior del recipiente. La salida de agua está dispuesta en una parte superior del recipiente, a una altura inferior a la entrada de agua residual. Esto permite generar una circulación continua de agua por gravedad en el interior del recipiente sin necesidad de bombas. La salida de agua tratada del reactor está diseñada preferiblemente de manera que ésta discurre a lo largo de toda el área circundante del reactor. De este modo se reduce la velocidad del flujo del agua en el reactor con lo que por lo menos se minimiza o incluso se evita la pérdida de zooplancton por arrastre.

10

Se disponen también unas lamas de inclinación regulable en el interior del recipiente. Dichas lamas definen superficies de crecimiento de algas, bacterias y zooplancton. Las lamas también permiten regular la velocidad del agua en el interior del reactor, reduciendo la turbulencia que puede generarse por la circulación del agua. En funcionamiento, las lamas pueden disponerse con una inclinación de, por ejemplo, 60° respecto a la horizontal. No se descartan, sin embargo, otros valores para los ángulos de inclinación de las lamas.

20

Se ha encontrado que la configuración descrita favorece el establecimiento y reproducción de zooplancton, así como el desarrollo de una biopelícula de algas y bacterias, y permite, a su vez, una reducción del contenido de sólidos en suspensión y carga bacteriana, así como una reducción de contaminantes.

25

Pueden disponerse, además, medios de distribución de flujo de agua en el interior del recipiente configurados para distribuir el flujo de agua residual que entra en el recipiente en una zona central inferior del mismo. En un ejemplo, los medios de distribución de flujo de agua al interior del recipiente pueden estar formados por el conducto que se ha citado anteriormente, el cual está conectado a la entrada de agua residual y tiene su extremo inferior cerrado. En una zona lateral en dicho extremo inferior del conducto pueden formarse unas aberturas laterales para la salida de agua al interior del recipiente. Esta configuración particular de los medios de distribución de flujo de agua permite distribuir el flujo de agua residual que entra en el recipiente facilitando la capacidad natatoria del zooplancton y contribuyendo a la sedimentación de partículas.

35

Puede ser preferible que el recipiente presente un fondo de configuración cónica. Esta configuración cónica del recipiente facilita la sedimentación de partículas. En un ejemplo particular, el fondo del recipiente puede presentar una altura de 400 mm y una inclinación de 54°. El recipiente puede presentar, por ejemplo, una configuración general cilíndrica, o prismática, o cúbica, o irregular o una combinación de las mismas. Por ejemplo, para una configuración general cilíndrica, el recipiente puede presentar una altura de 1400 mm y un diámetro de 1200 mm. Otras medidas son posibles.

El presente reactor de depuración puede incluir una corona dispuesta en una parte superior del recipiente. Dicha corona va conectada a la salida de agua y presenta una configuración que incluye un borde periférico a modo de diente de sierra configurado de manera que el agua tratada sale por encima de los dientes de sierra de manera homogénea a lo largo de su circunferencia. En por lo menos algunos de los dientes de sierra puede haber formado un orificio destinado a sujetar la corona a la estructura del reactor, por ejemplo de manera desmontable.

Pueden disponerse por lo menos dos medios de cobertura independientes para controlar la irradiación solar o mantener la temperatura interior del reactor, según sea necesario. En particular, la parte superior del reactor puede estar adaptada para disponer un soporte para poder colocar dichos medios de cobertura. En un ejemplo de los medios de cobertura, puede disponerse una malla adaptada para regular la exposición solar del radiador y/o una tapa transparente adaptada para proteger el recipiente de bajas temperaturas y, en general, mejorar el control de temperatura del reactor.

La configuración del reactor de depuración que se ha descrito, basado en la utilización de zooplancton y biopelícula de algas y bacterias, con una hidrodinámica estrechamente asociada a la actividad filtrante del zooplancton, permite ventajosamente una gran capacidad de tratamiento terciario de aguas residuales para su reutilización. El presente reactor de depuración ha mostrado ser altamente eficaz en la eliminación de agentes patógenos permitiendo la reutilización del agua tratada. En particular, con la configuración descrita, se reducen eficientemente los sólidos en suspensión de las aguas residuales que se tratan, así como la carga bacteriana, y el contenido de nutrientes y contaminantes emergentes. El presente reactor de depuración ha demostrado ser muy eficaz en el tratamiento de aguas residuales convencionales, especialmente en pequeñas comunidades, al ser un reactor de

tratamiento terciario que puede acoplarse fácilmente a otros sistemas que realicen un tratamiento primario para reducir el contenido de partículas en suspensión del agua y un tratamiento secundario para eliminar materia orgánica en las aguas residuales.

5 Con el reactor de depuración descrito es posible llevar a cabo eficazmente la inactivación de bacterias, tales como *E. coli*, a una velocidad de hasta seis veces mayor que los reactores convencionales basados, por ejemplo, en radiación ultravioleta, intercambio de iones, procesos de ósmosis inversa, filtrado, o aplicación de productos clorados. Esta elevada
10 velocidad de inactivación de bacterias del presente reactor de depuración se consigue utilizando una tecnología de depuración natural, tal como se ha descrito anteriormente.

Además, el presente reactor tiene un bajo coste general dado que se utilizan materiales económicos. Los elementos naturales de depuración empleados en el reactor, tales como las *Daphnias*, pueden obtenerse de empresas de cultivos de *Daphnias* a bajo coste, o por
15 muestreo en ecosistemas naturales. Además, el presente reactor de depuración para el tratamiento de aguas residuales no precisa del uso de productos químicos para su funcionamiento.

El presente reactor de depuración tiene un bajo coste de funcionamiento dado que el consumo
20 energético se reduce por el uso de medios de aireación pasiva a través del principio de Venturi, requiriéndose energía eléctrica solamente si se utilizan bombas para hacer circular el agua por el recipiente del reactor; hay que tener en cuenta que el presente reactor puede funcionar haciendo circular el agua por gravedad, en cuyo caso no es necesario un equipo eléctrico específico, tal como los medios de aireación mecánicos para oxigenar el agua de
25 entrada que se utilizan en los reactores conocidos hasta ahora.

El reactor de depuración descrito tiene también un bajo coste de mantenimiento ya que en su interior se desarrolla un ecosistema natural que se autorregula (la biopelícula de algas y bacterias se desarrolla de manera natural en el reactor).

30 Otra ventaja del reactor descrito es que para un funcionamiento diario no se requieren conocimientos de un operario experto, sino que éste puede operarse con unas guías de uso sencillas. La configuración simple del reactor es ventajosa ya que facilita su aplicación en comunidades pequeñas, aisladas, con poca disponibilidad de recursos.

35

Finalmente, el presente reactor de depuración contribuye a la economía circular dado que permite cerrar el ciclo del agua mediante la reutilización de la misma. El zooplancton y, especialmente, las *Daphnias*, son un alimento apreciado para la cría de pescado en estado larvario en piscifactorías, por lo que el presente reactor de depuración es susceptible de generar retorno económico mediante la venta de *Daphnias*.

Otros objetos, ventajas y características del presente reactor de depuración para el tratamiento de aguas residuales se pondrán de manifiesto para el experto en la materia a partir de la descripción, o pueden derivarse al poner en práctica la descripción.

10

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se describirá un ejemplo particular del presente reactor de depuración para el tratamiento de aguas residuales a título de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

15

La figura 1 muestra una vista en alzado frontal de un ejemplo de un reactor de depuración para el tratamiento de aguas residuales;

La figura 2 muestra la vista en alzado lateral del reactor de depuración de la figura 1; y

La figura 3 muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de corona para controlar el caudal del agua de salida.

20

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERIDA

Se describe, continuación, un ejemplo no limitativo del presente reactor de depuración para el tratamiento de aguas residuales, de acuerdo con las figuras.

25

El reactor de depuración del ejemplo mostrado en las figuras 1-3 de los dibujos ha sido designado en conjunto por la referencia 100. El reactor de depuración 100 comprende un recipiente 110 de forma general cilíndrica, de 1400 mm de altura y 1200 mm de diámetro, y un fondo 115 de configuración cónica que tiene una altura de 400 mm y una inclinación de 54° para facilitar la sedimentación de partículas. Otras configuraciones para el recipiente 110 del reactor 100 son posibles, tales como prismática, o cúbica, o irregular o una combinación de las mismas, siempre que esté adaptado para que, por su interior, circulen de manera continua

30

aguas residuales y para contener algas/bacterias y zooplancton para el filtrado de partículas en suspensión de dichas aguas residuales, tal como se describe a continuación.

5 En la parte superior del recipiente 110 se dispone también una entrada de agua residual 120 y una salida de agua tratada 160. La entrada de agua residual 120 está dispuesta a una altura por encima de la salida de agua tratada 160. Esto permite un flujo continuo de agua residual por gravedad, sin necesidad de bombeo mecánico. En el ejemplo no limitativo mostrado, la entrada de agua residual 120 está conectada a un conducto de entrada 125 de 400 mm de longitud que presenta un primer tramo 125a unido a un segundo tramo 125b a través de un
10 codo a 90° 121. El conducto de entrada 125 dirige el agua residual centralmente al interior del recipiente 110 del reactor 100. La parte inferior del segundo tramo 125b del conducto de entrada 125 está cerrada. Una zona del extremo inferior 126 de dicho segundo tramo 125b del conducto de entrada 125 incluye unas aberturas laterales para la salida de agua a través de las mismas al interior del recipiente 110 del reactor 100.

15 Se disponen también unos medios de aireación pasiva asociados a la entrada de agua residual 120. Los medios de aireación pasiva comprenden una zona de diámetro reducido, no mostrada en las figuras, formada en el conducto de entrada 125. La zona de diámetro reducido es tal que la presión del agua residual de entrada, al pasar por la misma, disminuye al
20 aumentar su velocidad. En dicha zona de diámetro reducido se conecta otro conducto que conduce al aire del exterior para succionar aire del exterior y difundirlo en el agua residual en la entrada al recipiente 110, oxigenándola. Los medios de aireación pasiva son, por lo tanto, sin consumo eléctrico.

25 En el interior del recipiente 110 se disponen también unas lamas 170. Las lamas 170 definen superficies adecuadas para la formación de una biopelícula de algas y bacterias, así como el crecimiento zooplancton. En el ejemplo no limitativo que se describe, las lamas 170 son rectangulares y están situadas a media altura y en los laterales del interior del recipiente 110.

30 Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, las lamas 170 van montadas en el interior del recipiente 110 y su inclinación puede regularse, por ejemplo, manualmente. No se descartan otras realizaciones en la que la inclinación de las lamas 170 se regule a través de medios motorizados o incluso que la inclinación de las lamas 170 sea fija. En el caso mostrado en las
35 figuras 1 y 2, la inclinación regulable de las lamas 170 permite orientarlas adecuadamente y ajustar, de este modo, las velocidades de circulación del agua residual en el interior del

recipiente 110 para un buen funcionamiento de las *Daphnias* a lo largo y ancho del recipiente 110 así como una buena distribución de nutrientes en interior del recipiente 110. La inclinación regulable de las lamas 170 permite también obtener una buena hidrodinámica en el interior del reactor 100, reduciendo la turbulencia generada por la circulación del agua. Un ejemplo
5 de inclinación adecuada de las lamas 170 es formando un ángulo α de 60° respecto a la horizontal. Pueden ser adecuados otros valores de ángulos de inclinación α de las lamas 170.

La salida de agua tratada 160 tiene asociado un conducto 165 de 110 mm de diámetro que está conectado a una corona 180 la cual se describirá más adelante. Gracias a esta
10 configuración se reduce la velocidad del flujo del agua en el interior del recipiente 110 con lo que por lo menos se minimiza o incluso se evita la pérdida de zooplancton por arrastre.

En una parte superior del reactor 100 se dispone una corona circundante 180 la cual se muestra en detalle en la figura 3. La corona 180 está conectada a la salida de agua tratada
15 160 y presenta un borde periférico a modo de diente de sierra 185. En algunos de los dientes de la corona 180 hay formado un orificio 186 destinado a sujetar la corona 180 a la estructura del reactor 100 de manera desmontable. El agua tratada sale por encima de los dientes de sierra 185 de manera homogénea a lo largo de toda su circunferencia.

Para controlar la irradiación solar y mantener la temperatura interna, el reactor 100 del ejemplo que se describe incluye un soporte 190 montado en la parte superior del reactor 100 destinado a recibir una malla 30 x 30mm de paso de luz 195 para regular la exposición solar del radiador, así como una tapa transparente 196 para proteger el recipiente 110 de bajas temperaturas y, en general, mejorar el control de temperatura del reactor 100.
20

En funcionamiento, el agua residual entra en el interior del recipiente 110 del reactor 100 por la entrada 120, pasando por los citados medios de aireación pasiva donde ésta se oxigena. El agua se introduce por el interior del recipiente 110 a través del conducto de entrada 125 a una velocidad inferior a 3,5 mm/s. Esta velocidad permite un correcto establecimiento, crecimiento y reproducción de *Daphnias* y otros miembros del zooplancton, mayoritariamente de la familia Cladocera, en el recipiente 110. El agua residual que entra en el recipiente 110 sale por las aberturas laterales del extremo inferior 126 del segundo tramo 125b del conducto de entrada 125, donde hace contacto con la biopelícula de algas y bacterias de las lamas 170. El agua tratada sale de manera dosificada en una parte centralizada del interior del recipiente
30 110 del reactor 100 hacia la salida 160 a través de la citada corona 180, evitando movimiento
35

de agua residual en la parte inferior del reactor 100 y proporcionando así una buena sedimentación de las partículas.

5 A pesar de que se ha descrito aquí solamente un ejemplo particular del reactor de depuración para el tratamiento de aguas residuales, el experto en la materia comprenderá que son posibles otras variantes alternativas y/o usos del mismo, así como modificaciones obvias y elementos equivalentes. La presente descripción abarca todas las posibles combinaciones de las características concretas que se han descrito aquí, por lo que el alcance no debe limitarse al ejemplo concreto descrito, sino que debe determinarse únicamente por una lectura
10 apropiada de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Reactor de depuración para el tratamiento de aguas residuales, que comprende:
- un recipiente destinado a la circulación de aguas residuales por su interior y que contiene algas/bacterias y zooplancton para el filtrado de partículas en suspensión de dichas aguas residuales;
 - una entrada de agua residual al interior del recipiente dispuesta en una parte superior del mismo;
 - medios de aireación pasiva para oxigenar el agua que entra en el recipiente;
 - una salida de agua tratada al exterior del recipiente dispuesta en una parte superior del mismo, a una altura inferior a la entrada de agua, para generar una circulación continua del agua por gravedad en el interior del recipiente; y
 - unas lamas de inclinación regulable dispuestas en el interior del recipiente que definen superficies de crecimiento de dichas algas/bacterias y zooplancton.
- 20 2. Reactor de depuración de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que los medios de aireación pasiva comprenden una entrada de aire al interior del recipiente conectada a la entrada de agua en una zona de reducción de diámetro de la misma.
- 25 3. Reactor de depuración de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por el hecho de que comprende, además, medios de distribución de flujo de agua en el interior del recipiente.
- 30 4. Reactor de depuración de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que los medios de distribución de flujo de agua al interior del recipiente están configurados para distribuir dicho flujo de agua en una zona central inferior del recipiente.
5. Reactor de depuración de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, caracterizado por el hecho de que los medios de distribución de flujo de agua al interior del recipiente comprenden por lo menos un conducto cerrado por un extremo que presenta unas aberturas laterales.
- 35 6. Reactor de depuración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, caracterizado por el hecho de que el recipiente presenta un fondo de configuración cónica.

7. Reactor de depuración de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que el fondo del recipiente presenta una altura de 400mm y una inclinación de 54°.
- 5 8. Reactor de depuración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, caracterizado por el hecho de que el recipiente presenta una configuración general cilíndrica, o prismática, o cúbica.
9. Reactor de depuración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, caracterizado
10 por el hecho de que el recipiente presenta una configuración general cilíndrica con una altura de 1400 mm y un diámetro de 1200 mm.
10. Reactor de depuración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9,
15 caracterizado por el hecho de que incluye una corona dispuesta en una parte superior del recipiente conectada a la salida de agua para permitir la salida del agua radialmente y de manera regulable.
11. Reactor de depuración de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por el hecho de que la corona presenta una configuración que incluye un borde periférico a modo de diente
20 de sierra configurado de manera que el agua tratada sale por encima de los dientes de sierra de manera homogénea a lo largo de su circunferencia.
12. Reactor de depuración de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado por el hecho de que en por lo menos algunos de los dientes de sierra hay formado un orificio destinado a
25 sujetar la corona a la estructura del reactor.
13. Reactor de depuración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-12, caracterizado por el hecho de que el recipiente está adaptado para circulación continua de agua en su interior a una velocidad inferior a 3,5 mm/s.
30
14. Reactor de depuración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-13, caracterizado por el hecho de que incluye una malla adaptada para regular la exposición solar.

15. Reactor de depuración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-14, caracterizado por el hecho de que incluye una tapa transparente adaptada para proteger el recipiente de bajas temperaturas.
- 5 16. Reactor de depuración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-15, caracterizado por el hecho de que, en funcionamiento, las lamas están dispuestas con una inclinación de 60° respecto a la horizontal.

FIG. 1

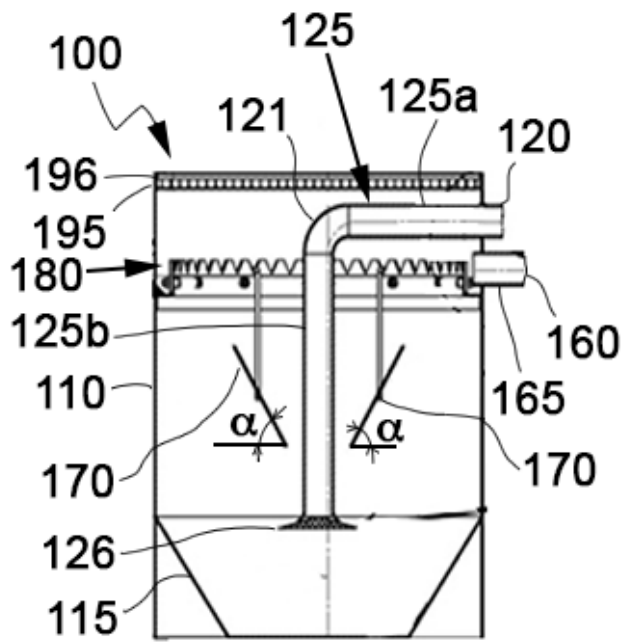


FIG. 2

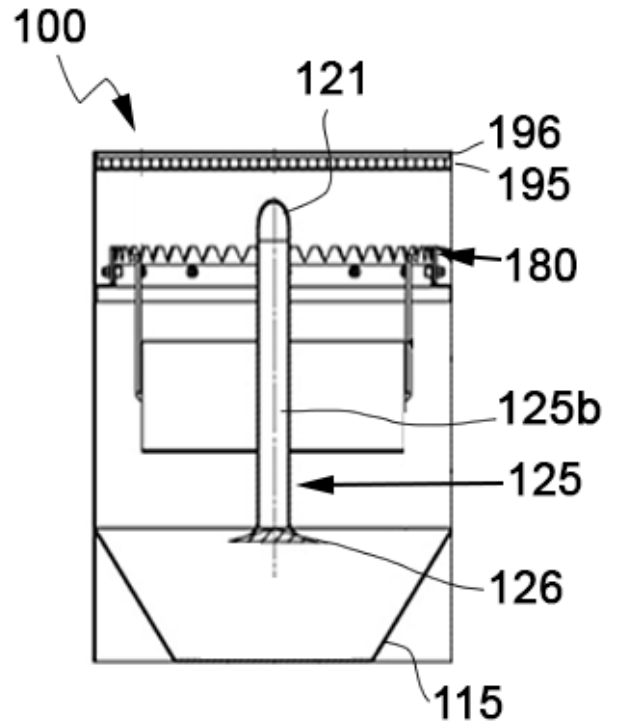


FIG. 3

