

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 368 742**

51 Int. Cl.:

**B01D 63/08** (2006.01)

**B01D 63/16** (2006.01)

**B01D 65/08** (2006.01)

**B01D 33/23** (2006.01)

**B01F 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05726808 .8**

96 Fecha de presentación: **23.02.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1742723**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.01.2007**

54 Título: **ROTOR PARA GENERAR UN FLUJO DE AGUA EN VÓRTICE, Y APARATO DE FILTRACIÓN QUE LO EMPLEA.**

30 Prioridad:  
**11.03.2004 KR 2004016400**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.11.2011**

73 Titular/es:  
**Bookang Tech Co., Ltd.**  
**4th Floor, Korea Bldg., Yeoksam-dong,**  
**Gangnam-gu**  
**Seoul 135-080, KR**

72 Inventor/es:  
**PARK, Gi-Teak y**  
**KIM, Sang-Wook**

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 368 742 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).

## DESCRIPCIÓN

Rotor para generar un flujo de agua en vórtice, y aparato de filtración que lo emplea

### 5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un rotor para generar un flujo de agua en vórtice y un aparato de filtración que lo emplea, y más particularmente, a un aparato de filtración por membrana de separación para filtrar contaminantes en agua que contiene el material contaminante para dar un agua purificada limpia, y un rotor para generar un flujo de  
10 agua en vórtice empleado en el mismo.

### Técnica antecedente

El aparato de filtración para purificar agua filtrando el contaminante en el agua contaminada está equipado  
15 generalmente con una membrana porosa a través de la cual pasa el agua contaminada. El contaminante en el agua contaminada es filtrado por la membrana porosa, mediante lo cual el agua que pasa a través de la membrana porosa es descargada como agua limpia.

El problema más difícil de superar en dicha técnica de separación de líquido-sólido que usa la membrana porosa es  
20 la abrupta declinación de la capacidad de separación de líquido (o gas)-sólido de la membrana de separación a medida que el tamaño de los poros que son los pasajes del líquido filtrado se reduce o los poros son bloqueados por el material sólido adherido a la superficie de la membrana de separación o a la superficie interna de los poros durante el proceso de separación. En las últimas décadas se han propuesto diversos procedimientos para resolver dicho problema.

25 La patente de Estados Unidos Nº 3.437.208, "Apparatus for Dynamic Filtration for Liquids", ha propuesto la estructura en la que unos discos de tipo giratorio (o de tipo fijo) que tienen palas se disponen entre las membranas de separación apiladas de tipo fijo (o de tipo giratorio) y se hacen girar, impidiendo de este modo la declinación de la intensidad de cizalla para las membranas de separación, generando fuerza de cizalla para separar el contaminante  
30 adherido a la superficie de las membranas de separación.

La patente de Estados Unidos Nº 4.036.759, "Apparatus and System for Stabilizing the Disk element of a rotary concentrator for solids containing fluids", describe la estructura en la que una zapata está montada sobre la parte  
35 giratoria, es decir, sobre la superficie circunferencial de la placa de soporte del disco de tipo giratorio o la membrana de separación de tipo giratorio, para girar a lo largo del hueco de guía de una carcasa. Según dicha construcción, el problema que se produce en la estructura en la que los discos de tipo giratorio (o de tipo fijo) están interpuestos entre las membranas de separación apiladas de tipo fijo (o de tipo giratorio) como en la patente de Estados Unidos Nº 3.437.208, es decir, se impiden la deformación y el desplazamiento en la dirección del árbol del disco debidas a la diferencia de presión entre ambas superficies del disco y, por lo tanto, la estabilidad del sistema aumenta.

40 La patente de Estados Unidos Nº 5.275.725, "Flat separation membrane leaf and rotary separation apparatus containing flat membranes", describe la estructura en la que unos tabiques de tipo fijo hechos de material flexible se disponen entre las unidades de membrana de separación apiladas de tipo fijo para impedir la deformación por la diferencia de presión y la rotura de las membranas de separación causada por la misma.

45 La patente de Estados Unidos Nº 5.415.781, "Dynamic filter separator and separation device", y la patente de Estados Unidos Nº 5.679.245, "Dynamic filter system", describen la estructura del aparato de separación que tiene las membranas de separación de tipo fijo y los discos de tipo giratorio con palas.

50 En dichos aparatos de filtración convencionales, como se ha mencionado anteriormente, los discos se disponen entre las membranas de separación para reducir la adhesión de material sólido sobre la superficie de las membranas generando una alta velocidad de cizalla en la superficie de las membranas de separación a través del movimiento relativo entre las membranas de separación y los discos. Sin embargo, la velocidad de cizalla en la superficie de la membrana mediante el movimiento relativo disminuye gravemente a medida que la distancia entre la membrana de  
55 separación y el disco aumenta. Si la distancia entre la membrana de separación y el disco disminuye para aumentar la velocidad de cizalla, la membrana de separación y el disco pueden entrar en contacto entre sí mediante la diferencia de presión entre ambos lados del disco para causar daños en la membrana, así que se requieren el tratamiento preciso y el montaje exacto para impedir dicho problema, lo que puede causar el aumento de los costes de fabricación. Además, se produce la disminución de la presión a medida que el fluido fluye a lo largo del pasaje

largo formado por la estructura apilada de membrana de separación-disco-membrana de separación, y el fluido debe suministrarse con una mayor presión para mantener la presión de filtración apropiada e impedir la disminución del rendimiento, compensando dicha disminución de la presión. Sin embargo, esto causa el aumento de los costes de accionamiento y los costes de gestión, lo que deteriora el rendimiento económico del sistema.

5

La patente de Estados Unidos N° 6.165.365, "Shear localized filtration system", y la patente de Estados Unidos N° 6.416.666, "Simplified filtration system", describen la técnica de que la fuerza centrífuga y la fuerza de rotación se aplican al fluido con la viscosidad del fluido, haciendo girar a las membranas de separación apiladas. Según esto, el movimiento del fluido entre las membranas de separación se produce para reducir la adhesión de material sólido sobre la superficie de las membranas. Además, de cuatro a dieciséis, de forma óptima ocho, rayos de tipo fijo se disponen radialmente entre las membranas de separación, lo que hace uniforme a la distribución de la presión y grande a la velocidad de fluido entre los rayos y las membranas para aumentar la intensidad de cizalla, impidiendo de este modo la adhesión del material sólido.

10

15 La patente anterior describe que los rayos promueven el fenómeno de flujo turbulento en la superficie de las membranas. Sin embargo, se considera que el efecto de inducir el flujo turbulento es bastante pequeño, dado que el flujo en la dirección circunferencial y la dirección radial es flujo laminar. Por lo tanto, los rayos en la patente anterior solamente tienen el efecto de que se consigue la distribución de presión uniforme en el paquete del filtro, y la adhesión del material sólido se minimiza debido al cambio de la velocidad del fluido en la superficie de la membrana mediante el cambio del volumen en el espacio desde la membrana de separación.

20

Como se ha mencionado anteriormente, para minimizar la adhesión del material sólido en la superficie de las membranas de separación, el mejor procedimiento es aumentar la velocidad de cizalla dinamizando el flujo alrededor de las membranas de separación. Sin embargo, el aumento de la velocidad de cizalla del fluido en la superficie de las membranas simplemente con el cambio de la velocidad del fluido mediante el movimiento relativo de la construcción de membrana de separación-disco-membrana de separación, o membrana de separación-rayo-membrana de separación en la técnica convencional propuesta con dicho propósito es limitado.

25

Los documentos SE 451429 y SE 459475 describen el aparato de separación que tiene la construcción de membrana de separación-rotor-membrana de separación que es diferente de la construcción anterior de membrana de separación-disco-membrana de separación, o membrana de separación-rayo-membrana de separación. En estas patentes, el rotor está conformado no como un disco sino como una barra, de modo que la rotación del rotor causa no solamente el flujo de cizalla sino también el flujo turbulento entre las membranas de separación. Esto proporciona una baja pérdida de presión dado que el pasaje entre las membranas es estrecho en comparación con el sistema que tiene el rotor de tipo disco, y además, el rotor en forma de barra propuesto en esas patentes tiene una gran influencia en la prevención de la adhesión de material sólido. Sin embargo, ese efecto no es, de hecho, suficiente, así que el proceso de regeneración para las membranas de separación debe realizarse regularmente.

30

Según el documento SE 451429 mencionado anteriormente, el proceso de regeneración para las membranas de separación es el proceso en que un elemento mecánico tal como un cepillo o una válvula está unido a la pala del rotor y el material adherido a la superficie de la membrana de separación es retirado haciéndolo girar, lo que tiene la desventaja de que el recubrimiento poroso sobre la superficie de la membrana de separación también se retira durante ese proceso. Para compensar dicha desventaja, la superficie de la membrana se recubre de nuevo, sin embargo, dicho proceso de regeneración de la membrana de separación mecánica no puede mantener el tamaño requerido de los poros según se desea, y la membrana de separación tiene que cambiarse por una nueva cuando la regeneración no es fácil. El documento SE 459475 mencionado anteriormente propone el procedimiento para aumentar la capacidad apilando las unidades de filtro.

45

La patente de Estados Unidos N° 6.027.656 propone un dispositivo de separación que no requiere el proceso de regeneración mecánica, dado que el flujo turbulento más fuerte es inducido entre las membranas con el rotor cuya forma está modificada a partir del rotor en forma de barra. Sin embargo, no se espera un flujo turbulento más fuerte, dado que el rotor empleado está constituido simplemente por dos palas. Además, la velocidad del rotor es un único factor en el control la magnitud del flujo turbulento según el tipo o estatus del fluido a procesar, así que es muy difícil separar diversos tipos de líquido de diversas características. Para compensar dicha desventaja, la patente mencionada anteriormente ha propuesto un procedimiento para equipar un aparato de generación de ondas ultrasónicas o de campo eléctrico junto con los rotores que tienen diversas formas de sección transversal.

50

Como se ha descrito hasta el momento, el procedimiento más eficaz para impedir el problema más significativo, la adhesión de sustancias extrañas sobre la superficie de las membranas, en el aparato de separación de líquido-

55

líquido o líquido-sólido que usa las membranas de separación es hacer que la tensión de cizalla en la superficie de las membranas sea lo más alta posible. Es necesario generar el flujo turbulento para dicho propósito, sin embargo, el procedimiento que se ha propuesto hasta el momento puede generar el flujo turbulento en un intervalo limitado. En particular, la unidad en la patente de Estados Unidos Nº 6.027.653, que se espera que induzca el flujo turbulento más fuerte que la unidad de filtro de construcción de membrana de separación de tipo giratorio-rayo de tipo fijo en la patente de Estados Unidos Nº 6.165.365 o que la unidad de filtro de construcción de membrana de separación-disco-membrana de separación, emplea el rotor que tiene solamente dos palas, de modo que el flujo turbulento se genera localmente y la velocidad de rotación tiene que ser mayor para el flujo turbulento más fuerte.

10 El documento US-A-4312756 describe un aparato para separar líquidos de suspensiones.

Además, aunque el fluido de diferentes características respecto a la densidad, viscosidad, etc. requiere flujos turbulentos de diferente fuerza, el flujo turbulento de la magnitud deseada puede conseguirse solamente mediante el cambio de la velocidad de rotación del rotor, dado que la forma del rotor es fija. Por lo tanto, la velocidad de rotación tiene que ser mayor para generar el flujo turbulento más fuerte respecto al fluido de mayor viscosidad y densidad, lo que causa el aumento de la energía de accionamiento requerida y la pérdida de la energía.

### Descripción

#### 20 Problema técnico

La presente invención se ha propuesto para superar los problemas anteriores, y es el objeto de la presente invención proporcionar un rotor para generar un flujo de agua en vórtice, y un aparato de filtración por membrana de separación de tipo giratorio que lo emplea, que puede generar un flujo de agua en vórtice que tiene suficiente intensidad de cizalla con respecto a la membrana de separación con baja energía de accionamiento, y también puede generar un flujo turbulento optimizado (especialmente, flujo de agua en vórtice) que es apropiado para el proceso de separación del fluido de diferentes características.

#### Solución técnica

30 Para conseguir los objetos descritos anteriormente, la presente invención proporciona un rotor para generar un flujo de agua en vórtice, como se define en la reivindicación 1.

35 Según una primera realización preferible de la presente invención, las primeras palas y las segundas palas tienen anchuras diferentes entre sí en una dirección circunferencial alrededor del eje de rotación, y las primeras palas y las segundas palas se disponen para solaparse entre sí.

40 Según la segunda realización preferible de la presente invención, las primeras palas y las segundas palas se disponen en posiciones diferentes entre sí en una dirección circunferencial alrededor del eje de rotación, y las primeras palas y las segundas palas se solapan parcialmente entre sí.

45 Según la tercera realización preferible de la presente invención, las primeras palas y las segundas palas se disponen en posiciones diferentes entre sí en una dirección circunferencial alrededor del eje de rotación, y las primeras palas y las segundas palas están separadas entre sí en la dirección circunferencial. En dicha situación, las primeras palas y las segundas palas se disponen para estar equidistantes entre sí en la dirección circunferencial.

50 Según la cuarta realización preferible de la presente invención, al menos una protuberancia está unida en las superficies externas de las primeras palas y/o las segundas palas. La protuberancia está formada para tener una anchura que varía en la dirección circunferencial, y por ejemplo, la protuberancia está formada para tener una anchura aerodinámica en la dirección circunferencial, y además, la protuberancia está formada para tener una forma posterior curvada hacia atrás en la dirección circunferencial o para tener una sección transversal horizontal de forma sustancialmente circular. Es preferible que una pluralidad de protuberancias estén unidas respectivamente entre las primeras palas y las segundas palas, y los tamaños de las protuberancias aumentan gradualmente en la dirección radial.

55 Mientras tanto, las primeras palas y las segundas palas tienen anchuras iguales entre sí en la dirección circunferencial, y las primeras palas y las segundas palas se disponen de forma alterna en la dirección circunferencial.

Según la quinta realización preferible de la presente invención, las primeras palas y las segundas palas se disponen de modo que al menos una parte de las mismas se solapen entre sí en la dirección del eje de rotación y se disponen para estar separadas entre sí en una dirección circunferencial alrededor del eje de rotación, y al menos una protuberancia se dispone entre las primeras palas y las segundas palas.

5

Mientras tanto, el rotor según la presente invención comprende: un primer anillo formado de una pieza con las primeras palas y dispuesto coaxialmente con el eje de rotación; y un segundo anillo formado de una pieza con las segundas palas y dispuesto coaxialmente con el eje de rotación. En este caso, el primer anillo y el segundo anillo tienen radios diferentes entre sí. Por lo tanto, la forma escalonada del extremo formado por el primer anillo y el

10

segundo anillo es soportada por una guía, de modo que el rotor no está en contacto con la membrana de separación en el aparato de filtración.

El primer rotor equipado con las primeras palas y el segundo rotor equipado con las segundas palas pueden estar formados de una pieza en un cuerpo o pueden fabricarse como miembros separados y a continuación unirse entre

15

sí.

Mientras tanto, el aparato de filtración según la presente invención comprende: un tambor que tiene un orificio de entrada de agua, un orificio de descarga de agua procesada, y un orificio de descarga de agua condensada; al menos un rotor dispuesto en el tambor y que tiene una construcción representada en una de las reivindicaciones 1 a

20

25; y al menos una bandeja de filtro dispuesta de forma alterna con los rotores en el tambor.

La bandeja de filtro está fijada en el tambor, y tiene al menos un orificio de pasaje de agua formado para penetrar en un plano del mismo. El agua en el tambor puede fluir de forma constante en el tambor a través del orificio de pasaje de agua.

25

La bandeja de filtro incluye una placa de soporte que tiene forma de disco, una tela de drenaje unida a ambas superficies de la placa de soporte, y una membrana de separación unida a una superficie externa de la tela de drenaje, y la tela de drenaje y la membrana de separación se adhieren a la placa de soporte con adhesivo termoendurecible. Por lo tanto, el proceso de fabricación se vuelve sencillo.

30

Según la presente invención, el material contaminante adherido a la membrana de separación puede retirarse eficazmente, dado que diversos tipos de flujo de agua en vórtice se generan en un amplio intervalo. Por lo tanto, la eficacia del aparato de filtración para procesar el agua contaminada aumenta, y la pérdida de energía del aparato de filtración se reduce. Además, puede generarse el suficiente flujo de agua en vórtice con baja energía incluso para el

35

fluído de diferentes características, tales como densidad o viscosidad.

### Descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista de sección transversal del aparato de filtración por membrana de separación de tipo giratorio

40

según la presente invención;

La figura 2 es una vista que muestra la unidad de filtración en la figura 1;

La figura 3 es una vista de sección parcial de la bandeja de filtro en la figura 2;

45

La figura 4 es una vista en perspectiva de un rotor para generar un flujo de agua en vórtice según la primera realización de la presente invención;

La figura 5 es una vista de sección a lo largo de la línea I-I de la figura 4;

50

La figura 6 es una vista aumentada de la parte A en la figura 1 que incluye la sección transversal a lo largo de la línea I'-I' de la figura 4;

La figura 7 es una vista que muestra el flujo de agua en vórtice generado mediante el funcionamiento del rotor

55

mostrado en la figura 4;

La figura 8 es una vista en perspectiva del rotor para generar flujo de agua en vórtice según la segunda realización de la presente invención;

La figura 9 es una vista de sección transversal a lo largo de la línea II-II de la figura 8;

La figura 10 es una vista que muestra el flujo de agua en vórtice generado mediante el funcionamiento del rotor mostrado en la figura 8;

5

La figura 11 es una vista en perspectiva del rotor para generar flujo de agua en vórtice según la tercera realización de la presente invención;

La figura 12 es una vista de sección transversal a lo largo de la línea III-III de la figura 11;

10

La figura 13 es una vista que muestra el flujo de agua en vórtice generado mediante el funcionamiento del rotor mostrado en la figura 11;

La figura 14 es una vista en perspectiva del rotor para generar flujo de agua en vórtice según la cuarta realización de la presente invención;

15

La figura 15 es una vista de sección transversal a lo largo de la línea IV-IV de la figura 14;

Las figuras 16 y 17 son vistas que muestran el flujo de agua en vórtice generado mediante el funcionamiento del rotor mostrado en la figura 14;

20

La figura 18 es una vista en perspectiva del rotor para generar flujo de agua en vórtice según la quinta realización de la presente invención;

25 Las figuras 19 a 21 son vistas que muestran diversas modificaciones de la protuberancia de la figura 18; y

Las figuras 22 y 23 son las tablas de resultados experimentales que muestran el rendimiento del aparato de filtración que emplea el rotor para generar flujo de agua en vórtice según la presente invención.

### 30 **Mejor modo**

A continuación en este documento, las realizaciones preferibles de la presente invención se describirán con más detalle en referencia a los dibujos adjuntos.

35 La figura 1 es una vista de sección transversal del aparato de filtración que emplea el rotor para generar flujo de agua en vórtice según la presente invención. La presente invención propone un aparato de filtración por membrana de separación de tipo giratorio, y más particularmente, un aparato de filtración que tiene membranas de separación de tipo fijo y rotores de tipo giratorio.

40 El aparato de filtración 50 está constituido por un tambor 60, y una pluralidad de bandejas de filtro 70 y rotores 80 apilados en el tambor 60. El tambor 60 tiene un orificio de entrada de agua 61, un orificio de descarga de agua procesada 65, y un orificio de descarga de agua condensada 63. La bandeja de filtro 70 está fijada en el lado interno del tambor 60 mediante pernos 91, y el rotor 80 está instalado de forma que pueda girar en el tambor 60 mediante un árbol de rotación 95. La bandeja de filtro 70 y el rotor 80 tienen forma de un disco, y se disponen de forma alterna

45

50 Cuando el agua que contiene material contaminante fluye al interior del tambor 60 a través del orificio de entrada de agua 61, el material contaminante en el agua es filtrado por la bandeja de filtro 70 a un agua procesada limpia y a continuación es descargada al exterior a través del orificio de descarga de agua procesada 65, y el agua condensada en la que se condensa el material contaminante es descargada al exterior del tambor 60 a través del orificio de descarga de agua condensada 63. En dicha situación, los rotores 80 son accionados en rotación de forma continua por un motor (no se muestra) que hace girar al árbol de rotación 95 durante el funcionamiento de filtración del aparato de filtración 50, y el material contaminante en estado sólido adherido a la membrana de la bandeja de filtro 70 es retirado de la membrana por la fuerza de cizalla generada en esa situación. El material contaminante

55

retirado es descargado al exterior a través del orificio de descarga de agua condensada 63 mientras está contenido en el agua condensada.

La figura 2 muestra el estatus en el que las bandejas de filtro 70 y los rotores 80 en la figura 1 están apilados. Como las bandejas de filtro 70 y los rotores 80 se disponen de forma alterna, la bandeja de filtro 70a en la zona superior y

la bandeja de filtro 70b en la zona inferior constituyen una unidad de filtración junto con el rotor 80 dispuesto entre ellas. En una unidad de filtración, el rotor 80 retira el material contaminante en estado sólido sobre la membrana unido al lado inferior de la bandeja de filtro superior 70a y el lado superior de la bandeja de filtro inferior 70b.

5 La figura 3 muestra la construcción detallada de la bandeja de filtro. La bandeja de filtro 70 está constituida por una placa de soporte 71 que tiene forma de disco, telas de drenaje 73 unidas respectivamente a los lados superior e inferior de la placa de soporte 71, y las membranas 75 unidas en el lado externo de las telas de drenaje 73 respectivas. La placa de soporte 71 está hecha de acero inoxidable, y conserva el aspecto de forma de disco de la bandeja de filtro 70. Una pluralidad de partes de fijación 72 fijadas en el lado interno del tambor 60 mediante los  
10 pernos 91 se preparan en el borde externo de la placa de soporte 71. Las membranas 75 filtran el agua de entrada, y las telas de drenaje 73 soportan las membranas 75 para conservar el aspecto externo de las membranas 75 y simultáneamente guían al agua filtrada hacia el orificio de descarga de agua procesada 65.

Dos orificios de pasaje de agua 79 están formados en el plano de las bandejas de filtro 70 respectivas. El agua fluye  
15 de forma constante en el tambor 60 a través de los orificios de pasaje de agua 79.

La construcción básica y el funcionamiento del aparato de filtración por membrana de separación de tipo giratorio son los mismos que con los de la técnica convencional, de modo que se omite la descripción detallada sobre la construcción del aparato de filtración y la construcción del rotor para generar flujo de agua en vórtice según la  
20 presente invención se describirá en detalle en lo sucesivo en este documento.

El rotor para generar flujo de agua en vórtice según la presente invención se caracteriza porque incluye una pluralidad de primeras palas y una pluralidad de segundas palas dispuestas en posiciones diferentes entre sí en la dirección de rotación de las mismas. A continuación en este documento, se describirán las respectivas realizaciones  
25 que implementan dicha característica de la presente invención.

La figura 4 es una vista que muestra la primera realización del rotor para generar flujo de agua en vórtice según la presente invención, y la figura 5 es una vista de sección a lo largo de la línea I-I de la figura 4.

30 El rotor 100 para generar flujo de agua en vórtice según la primera realización de la presente invención está constituido por un primer rotor 110 y un segundo rotor 120. Un anillo de ensamblaje 150 ensamblado con el árbol de rotación 95 del aparato de filtración 50 se prepara en la zona central del rotor 100, y el anillo de ensamblaje 150 se ensambla con el primer rotor 110 y el segundo rotor 120. Por consiguiente, el rotor 100 ensamblado con el árbol de rotación 95 a través del anillo de ensamblaje 150 es accionado en rotación por el árbol de rotación 95 cuando se  
35 hace girar al árbol de rotación 95.

El primer rotor 110 tiene una pluralidad de primeras palas 111 que se extienden desde el eje de rotación en la dirección radial del mismo. Una primera parte de ensamblaje 115 que tiene forma de anillo ensamblado con el anillo de ensamblaje 150 se prepara en la zona central del primer rotor 110, y un primer anillo 117 para conectar las  
40 primeras palas 11 entre sí se prepara en la zona externa del primer rotor 110. Las primeras palas 111, la primera parte de ensamblaje 115 y el primer anillo 117 están formados en un cuerpo. Por consiguiente, el primer rotor 110 tiene la forma global de una rueda de tipo con rayos.

El segundo rotor 120 también tiene las segundas palas 121, la segunda parte de ensamblaje 125 y el segundo anillo  
45 127 cuya construcción es igual que la del primer rotor 110.

Como se ha descrito anteriormente, las primeras palas 111 y las segundas palas 121 se disponen en posiciones diferentes entre sí a lo largo del eje de rotación del rotor 100. En otras palabras, las primeras palas 111 y las segundas palas 121 se disponen de forma consecutiva en la dirección del eje de rotación. Además, en la presente  
50 realización, las primeras palas 111 y las segundas palas 121 están formadas para tener anchuras diferentes entre sí en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación y más particularmente, como se muestra en la figura 5, la anchura de las segundas palas 121 es más pequeña que la anchura de las primeras palas 111, y simultáneamente, las primeras palas 111 y las segundas palas 121 se solapan entre sí. El primer rotor 110 y el segundo rotor 120 que tienen la construcción anterior están unidos entre sí mediante una soldadura eléctrica, soldadura por onda  
55 ultrasónica o similares. Además, el primer rotor 110 y el segundo rotor 120 pueden fabricarse de una sola pieza como un único miembro.

Mientras tanto, el radio del primer anillo 117 del primer rotor 110 es mayor que el radio del segundo anillo 127 del segundo rotor 120. Por consiguiente, como se muestra en la figura 6, que es la vista aumentada de la parte A de la

figura 1 incluyendo la sección transversal de la figura 4 a lo largo de la línea I-I', el extremo externo del rotor 100 tiene la forma de escalones. (El rotor 100 en las figuras 4 y 5 están girados hacia arriba o hacia abajo por la comodidad de la ilustración, sin embargo, el rotor 100 mostrado en las figuras 4 y 5 se dispone en el tambor 60 mientras éste está girado de arriba hacia abajo como se muestra en la figura 1). Como se muestra en la figura 6, una guía 60a está formada en el lado interno del tambor 60, y la guía 60a está en contacto con el extremo externo del rotor 100 de modo que el lado externo del primer rotor 110 esté soportado por la guía 60a. Por lo tanto, el rotor 100 no pierde velocidad.

La figura 7 es una vista que muestra el flujo de agua en vórtice generado entre la bandeja de filtro superior 70a y la bandeja de filtro inferior 70b mientras el rotor 100 según la primera realización de la presente invención está girando. En la presente realización, dado que las anchuras de las palas superiores y las palas inferiores son diferentes entre sí, la posición en la que el agua en vórtice es generada por las palas superiores 111 en la zona posterior en la dirección de rotación es diferente de la posición en la que el agua en vórtice es generada por las palas inferiores 121 en la zona posterior en la dirección de rotación. Por lo tanto, puede generarse eficazmente un flujo de agua en vórtice más complejo en comparación con el caso en el que se hace girar al rotor convencional que tiene el rayo de una sola capa.

La figura 8 es una vista en perspectiva que muestra el rotor según la segunda realización de la presente invención, y la figura 9 es una vista de sección transversal de la figura 8 a lo largo de la línea II-II. En las realizaciones en lo sucesivo en este documento, la construcción del rotor que tiene el primer rotor y el segundo rotor y la construcción de la parte de ensamblaje y el anillo en los respectivos sub-rotos son iguales que las de la primera realización. Por lo tanto, en lo sucesivo en este documento solamente se describe la construcción de las palas en la ilustración.

En la segunda realización, las primeras palas 211 y las segundas palas 221 se disponen en posiciones diferentes entre sí en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación del rotor 200. Más particularmente, las primeras palas 211 y las segundas palas 221 tienen forma y anchura iguales entre sí, y solamente las posiciones en las que se disponen las mismas son diferentes.

Como se muestra en las figuras 8 y 9, las primeras palas 211 y las segundas palas 222 se solapan parcialmente entre sí, en otras palabras, aproximadamente la mitad de su anchura se solapa. Según dicha construcción, como se muestra en la figura 10, la posición en la que el agua en vórtice es generada por las palas superiores 211 en la zona frontal y la zona posterior en la dirección de rotación es diferente de la posición en la que el agua en vórtice es generada por las palas inferiores 221 en la zona frontal y posterior en la dirección de rotación. Por lo tanto, puede generarse eficazmente un flujo de agua en vórtice más complejo en comparación con el caso en el que se hace girar al rotor convencional que tiene el rayo de una sola capa.

La figura 11 es una vista que muestra el rotor para generar flujo de agua en vórtice según la tercera realización de la presente invención, y la figura 12 es una vista de sección transversal de la figura 11 a lo largo de la línea III-III.

En la tercera realización, las primeras palas 311 y las segundas palas 321 se disponen en posiciones diferentes entre sí también en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación del rotor 300, y además, están separadas entre sí en la dirección circunferencial. Además, las primeras palas 311 y las segundas palas 321 se disponen para ser equidistantes entre sí en la dirección circunferencial. La anchura y la forma de las primeras palas 311 y las segundas palas 321 son iguales entre sí. Por lo tanto, como se muestra en la figura 12, las primeras palas 311 y las segundas palas 321 se disponen de una manera en zig-zag.

Según dicha construcción, se forma el flujo de agua en vórtice como se muestra en la figura 13. Como se muestra en la figura 13, las respectivas palas 311 y 321 generan flujos de agua en vórtice respectivos debido a la forma de un rayo, y además, generan un gran flujo de agua sinusoidal mediante su disposición en zig-zag. Por consiguiente, se genera un flujo de agua más complejo.

La figura 14 muestra el rotor para generar flujo de agua en vórtice según la cuarta realización de la presente invención, y la figura 15 es una vista de sección transversal de la figura 14 a lo largo de la línea IV-IV.

El rotor 400 de la cuarta realización tiene las primeras palas 411 y las segundas palas 421 que tienen la misma construcción que aquella en la tercera realización, y además, una pluralidad de protuberancias 413 y 423 están unidas en la superficie externa de las respectivas palas 411 y 421. Una pluralidad de protuberancias 413 y 423 pueden estar unidas a todas las palas 411 y 421, una protuberancia 413, 423 puede estar unida a todas las palas 411 y 421, y las protuberancias 413 y 423 pueden estar unidas a una parte de las palas 411 y 421 selectivamente.

Cuando las varias protuberancias 413 y 423 están unidas a las respectivas palas 411 y 421, es preferible que el tamaño de las varias protuberancias 413 y 423 aumente gradualmente a lo largo de la dirección radial del rotor 400.

Las protuberancias 413 y 423 pueden unirse a las respectivas palas 411 y 421 después de que se hayan fabricado como miembros respectivos, y pueden formarse en un cuerpo con las respectivas palas 411 y 421. Además, las protuberancias 413 y 423 pueden tener anchuras que varían en la dirección circunferencial, y preferentemente, pueden tener la forma en la que la sección transversal horizontal tiene forma de disco como se muestra en la figura 14. Además, es preferible que las protuberancias dispuestas en una pala tengan tamaños que aumentan en la dirección radial del rotor para generar el flujo de agua en vórtice de forma eficaz.

Además, como se muestra en la figura 14, las protuberancias 413 de las primeras palas 411 están unidas al lado superior de las primeras palas 411 y las protuberancias 423 de las segundas palas 421 están unidas al lado inferior de las segundas palas 421. Por lo tanto, las protuberancias respectivas 413 y 423 se disponen para sobresalir hacia el interior con respecto a la superficie del rotor en forma de disco 400.

Las figuras 16 y 17 muestran el flujo de agua en vórtice generado por el rotor 400 según la cuarta realización de la presente invención como se ha descrito anteriormente, en la que la figura 16 muestra la vista lateral y la figura 17 muestra la vista en planta.

Como se muestra en la figura 16, el flujo de agua en vórtice generado en la vista lateral es similar al de la primera realización como se muestra en la figura 17 en la zona en la que están formadas las protuberancias 413 y 423, y es similar al de la tercera realización como se muestra en la figura 13 en la zona en la que las protuberancias 413 y 423 no están formadas. Por consiguiente, el complejo flujo de agua en vórtice en el que se combinan dos tipos de flujo de agua se forma como se muestra en la figura 16. Además, como se muestra en la figura 17, el flujo de agua en vórtice en vista en planta es un flujo de agua complejo en el que se generan vórtices más pequeños en la zona posterior de las protuberancias 413 y 423. Por lo tanto, según dicha construcción se genera un flujo de agua en vórtice más complejo.

La figura 18 muestra el rotor según la quinta realización de la presente invención, y las figuras 19 a 21 muestran diversas modificaciones de las protuberancias mostradas en la figura 18.

En la presente realización, el primer rotor 510 y el segundo rotor 520 están separados entre sí en la dirección del eje de rotación. Por lo tanto, las primeras palas 511 y las segundas palas 521 están separadas entre sí en la dirección del eje de rotación, formando de este modo cierta cantidad de espacio entre ambas de ellas. Además, las primeras palas 511 y las segundas palas 521 están formadas de modo que al menos una parte de ellas (toda su parte en la realización mostrada en la figura 18) se solapen entre sí.

Al menos una protuberancia 530 se forma entre las primeras palas 511 y las segundas palas 521. Como en la cuarta realización, el número y la disposición de las protuberancias 530 pueden modificarse de diversas maneras. La diferencia respecto a la cuarta realización es que las protuberancias 530 se disponen entre dos sub-rotos que tienen formas idénticas entre sí.

Las protuberancias 530 están formadas para tener una anchura que varía en la dirección circunferencial del rotor 500 y están formadas para tener la anchura aerodinámica en la dirección de rotación del rotor 500. Por ejemplo, las protuberancias 530a pueden estar formadas para tener sección transversal horizontal de forma triangular como se muestra en la figura 19, y las protuberancias 530b pueden estar formadas para tener forma básicamente triangular y la parte posterior en la dirección de rotación está curvada para sobresalir hacia atrás como se muestra en la figura 20. Según dicha forma, la parte frontal en la dirección de rotación experimenta la poca resistencia del agua para dar como resultado una baja pérdida de energía de rotación, y la parte posterior en la dirección de rotación genera el flujo de agua en vórtice de forma eficaz. Además, como se muestra en la figura 21, las protuberancias 530c pueden estar formadas para tener la sección transversal de forma sustancialmente circular. (Las figuras 19 a 21 muestran los estados en los que el segundo rotor 520 está desmontado para ilustrar claramente la forma de las protuberancias).

Según dicha realización, se genera el flujo de agua en vórtice como se muestra en la figura 17 que muestra el flujo de agua en vórtice formado mediante la anterior cuarta realización.

Según las diversas realizaciones de la presente invención como se ha descrito anteriormente, el fluido entre las superficies de las palas en el rotor que gira y las superficies de las membranas fijas puede fluir más rápido, de modo

que pueda impedirse la adhesión de material sólido mediante la mayor intensidad de cizalla sobre las superficies de las membranas. Además, el flujo de agua en vórtice en la zona posterior de las respectivas palas del rotor que gira causa la distribución de velocidad sinusoidal en dirección vertical y horizontal con respecto a la superficie de la membrana en la superficie de la membrana de separación de la placa de filtración, lo que puede impedir la adhesión del material sólido dinamizando el movimiento del material sólido cerca de las superficies de las membranas.

Comparando el flujo de agua en vórtice generado haciendo girar al rotor propuesto en la técnica convencional, patente de Estados Unidos N° 6.027.656, a la velocidad angular suficiente para generar el flujo turbulento con el flujo de agua en vórtice generado haciendo girar al rotor con múltiples palas según la presente invención a la misma velocidad, la verticidad del rotor según la presente invención es relativamente mayor. En particular, el rotor de tipo zig-zag de la tercera realización (figura 11) es superior en la generación del flujo de agua en vórtice con el flujo constante, y la forma del rotor de la cuarta realización (figura 14) puede generar flujo de agua en vórtice en la dirección circunferencial así como en la dirección radial, de modo que el efecto de limpieza pueda conseguirse en toda el área del canal.

Las figuras 22 y 23 son las tablas de resultados experimentales que muestran el resultado de comparación del rendimiento del rotor según la presente invención con el del rotor de tipo barra descrito en la patente de Estados Unidos N° 6.027.656 mencionada anteriormente. Como se muestra en las figuras, el rotor de tipo de múltiples palas según la presente invención da como resultado el doble de rendimiento que el rotor de tipo barra convencional en las mismas condiciones de funcionamiento tales como presión de suministro o velocidad de funcionamiento, y en el aspecto de la cantidad de procesamiento, la energía consumida es del 50% al 60% de la del rotor de tipo barra para procesar la misma cantidad de agua. Esto significa que el rotor de tipo de múltiples palas de la presente invención muestra una eficacia mejorada en aproximadamente el 300% en comparación con el rotor de tipo barra, lo que es un efecto superior respecto a los productos convencionales.

Mientras tanto, la bandeja de filtro convencional tiene la estructura de sellado compleja para fijar las membranas de separación y las telas de drenaje, sin embargo, la bandeja de filtro 70 de la presente invención como se muestra en la figura 3 tiene la construcción en la que las membranas de separación 75 y las telas de drenaje 73 están unidas a la placa de soporte 71 con adhesivo termoendurecible. Según dicho procedimiento, el proceso de fabricación se simplifica y la productividad aumenta.

En la presente invención, el pasaje a través del cual se suministra y a continuación se descarga la suspensión está constituido por dos orificios de pasaje de agua 79 formados en la bandeja de filtro 70, así que no es necesario formar un pasaje diferente fuera de la bandeja de filtro 70. Por consiguiente, el tamaño del sistema puede reducirse hasta un 120% o más en cuanto al área, de modo que la eficacia de procesamiento por unidad de área aumenta.

#### **Aplicabilidad industrial**

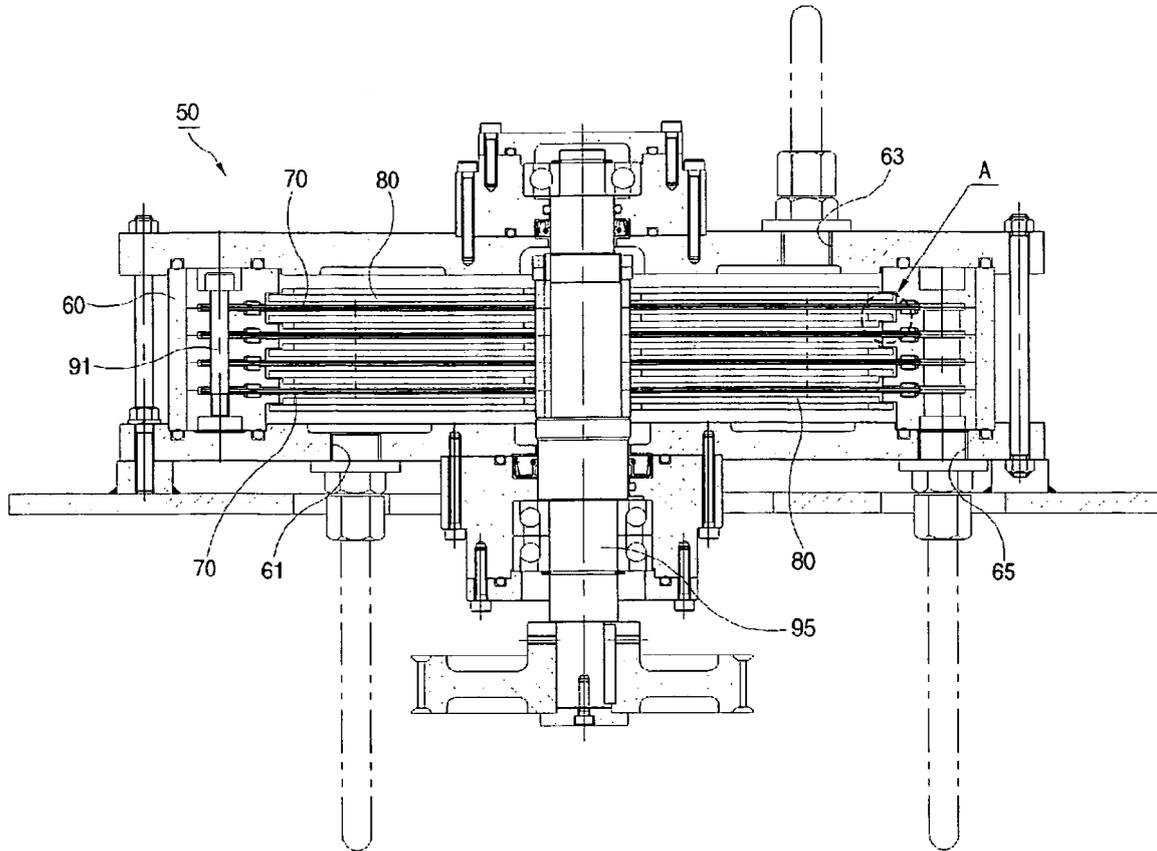
Según la presente invención, el material contaminante adherido a la membrana de separación puede retirarse de forma eficaz, dado que se generan diversos tipos de flujo de agua en vórtice en un amplio intervalo. Por lo tanto, la eficacia del aparato de filtración para procesar el agua contaminada aumenta, y la pérdida de energía del aparato de filtración se reduce. Además, puede generarse un flujo de agua en vórtice suficiente con baja energía incluso para el fluido de diferentes características, tales como densidad o viscosidad.

**REIVINDICACIONES**

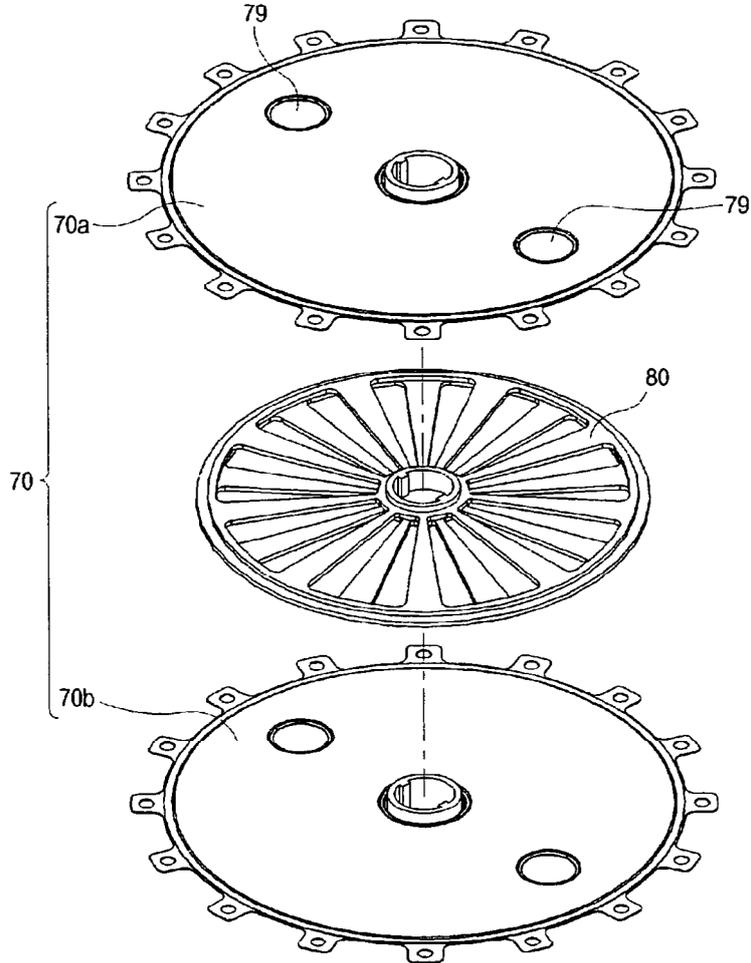
1. Un rotor para generar un flujo de agua en vórtice, que comprende:
- 5 - un primer cuerpo de rotor que comprende una pluralidad de primeras palas que se extienden en una dirección radial desde un eje de rotación del mismo; y
- segundo cuerpo de rotor que comprende una pluralidad de segundas palas que se extienden en la dirección radial desde el eje de rotación, y dispuestas en posiciones diferentes de las posiciones de las primeras palas en una dirección del eje de rotación.
- 10
2. El rotor según la reivindicación 1, en el que las primeras palas y las segundas palas tienen anchuras diferentes entre sí en una dirección circunferencial alrededor del eje de rotación.
- 15 3. El rotor según la reivindicación 2, en el que las primeras palas y las segundas palas se disponen de manera que se solapan entre sí.
4. El rotor según la reivindicación 1, en el que las primeras palas y las segundas palas se disponen en posiciones diferentes entre sí en una dirección circunferencial alrededor del eje de rotación.
- 20 5. El rotor según la reivindicación 4, en el que las primeras palas y las segundas palas se solapan parcialmente entre sí.
6. El rotor según la reivindicación 4, en el que las primeras palas y las segundas palas están separadas entre sí en la dirección circunferencial.
- 25 7. El rotor según la reivindicación 6, en el que las primeras palas y las segundas palas se disponen de manera que son equidistantes entre sí en la dirección circunferencial.
- 30 8. El rotor según la reivindicación 4, que comprende además al menos una protuberancia unida en las superficies externas de las primeras palas y/o segundas palas.
9. El rotor según la reivindicación 8, en el que la protuberancia está formada de manera que tiene una anchura que varía en la dirección circunferencial.
- 35 10. El rotor según la reivindicación 9, en el que la protuberancia está formada de manera que tiene una anchura aerodinámica en la dirección circunferencial.
11. El rotor según la reivindicación 10, en el que la protuberancia está formada de manera que tiene una forma posterior curvada hacia atrás en la dirección circunferencial.
- 40 12. El rotor según la reivindicación 9, en el que la protuberancia está formada de manera que tiene una sección transversal horizontal de forma sustancialmente circular.
- 45 13. El rotor según la reivindicación 7, en el que una pluralidad de protuberancias están unidas respectivamente entre las primeras palas y las segundas palas, y los tamaños de las protuberancias aumentan gradualmente en la dirección radial.
14. El rotor según la reivindicación 4, en el que las primeras palas y las segundas palas tienen anchuras iguales entre sí en la dirección circunferencial.
- 50 15. El rotor según la reivindicación 4, en el que las primeras palas y las segundas palas se disponen de forma alterna en la dirección circunferencial.
- 55 16. El rotor según la reivindicación 1, en el que las primeras palas y las segundas palas se disponen de modo que al menos una parte de las mismas se solapan entre sí en la dirección del eje de rotación y se disponen de manera que están separadas entre sí en la dirección del eje de rotación, y
- al menos una protuberancia se dispone entre las primeras palas y las segundas palas.

17. El rotor según la reivindicación 16, en el que la protuberancia está formada de manera que tiene una anchura que varía en la dirección circunferencial.
- 5 18. El rotor según la reivindicación 17, en el que la protuberancia está formada de manera que tiene una anchura aerodinámica en la dirección circunferencial.
19. El rotor según la reivindicación 18, en el que la protuberancia está formada de manera que tiene una forma posterior curvada hacia atrás en la dirección circunferencial.
- 10 20. El rotor según la reivindicación 17, en el que la protuberancia está formada de manera que tiene una sección transversal horizontal de forma sustancialmente circular.
21. El rotor según la reivindicación 16, en el que una pluralidad de protuberancias están unidas  
15 respectivamente entre las primeras palas y las segundas palas, y los tamaños de las protuberancias aumentan gradualmente en la dirección radial.
22. El rotor según la reivindicación 1, que comprende además:  
20 un primer anillo formado de una pieza con las primeras palas y dispuesto coaxialmente con el eje de rotación; y un segundo anillo formado de una pieza con las segundas palas y dispuesto coaxialmente con el eje de rotación.
23. El rotor según la reivindicación 22, en el que el primer y el segundo anillo tienen radios diferentes entre  
25 sí.
24. El rotor según la reivindicación 1, que comprende además un primer rotor equipado con las primeras palas, y un segundo rotor equipado con las segundas palas;  
30 en el que el primer rotor y el segundo rotor están unidos entre sí.
25. El rotor según la reivindicación 1, que comprende además un primer rotor equipado con las primeras palas, y un segundo rotor equipado con las segundas palas;  
35 en el que el primer rotor y el segundo rotor están formados en un cuerpo.
26. Un aparato de filtración que comprende:  
un tambor que tiene un orificio de entrada de agua, un orificio de descarga de agua procesada y un orificio de  
40 descarga de agua condensada;  
al menos un rotor dispuesto en el tambor y que tiene una construcción representada en una de las reivindicaciones 1 a 25; y  
45 al menos una bandeja de filtro dispuesta de forma alterna con los rotores en el tambor.
27. El aparato de filtración según la reivindicación 26, en el que la bandeja de filtro está fijada en el tambor.
- 50 28. El aparato de filtración según la reivindicación 26, en el que la bandeja de filtro tiene al menos un orificio de pasaje de agua formado de manera que penetra en un plano de la misma.
29. El aparato de filtración según la reivindicación 28, en el que la bandeja de filtro incluye una placa de soporte que tiene forma de disco, una tela de drenaje unida a ambas superficies de la placa de soporte y una  
55 membrana de separación unida a una superficie externa de la tela de drenaje.
30. El aparato de filtración según la reivindicación 29, en el que la tela de drenaje y la membrana de separación se adhieren a la placa de soporte con adhesivo termoestable.

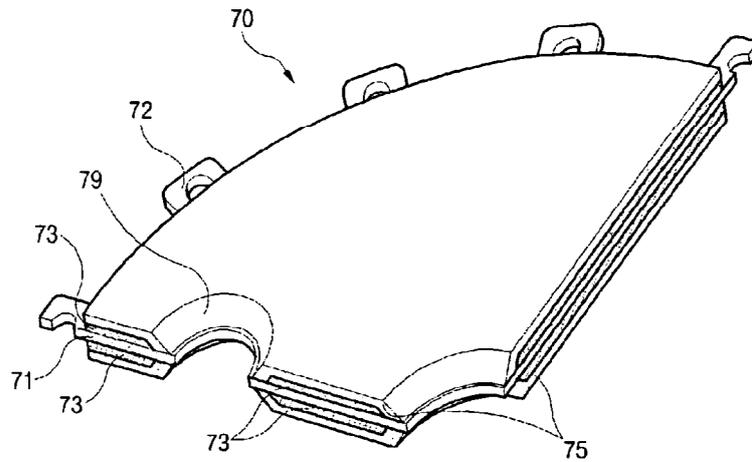
[Fig. 1]

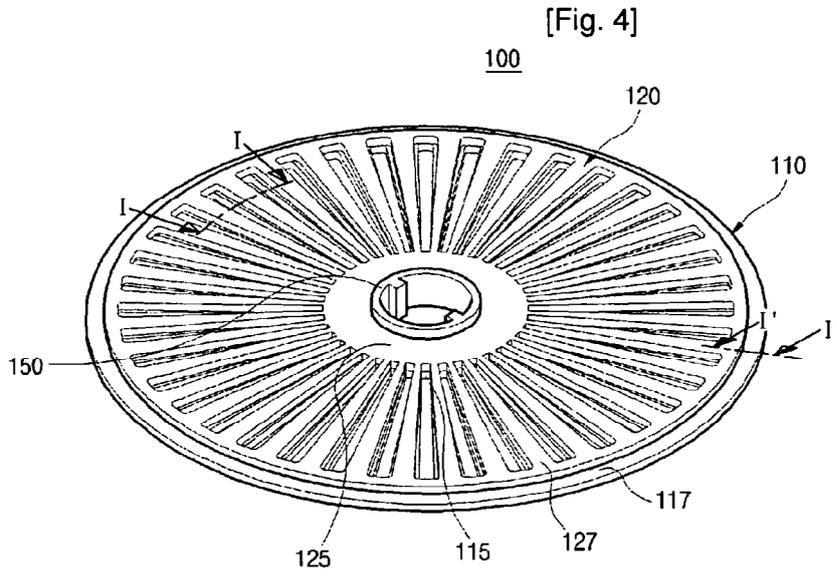


[Fig. 2]

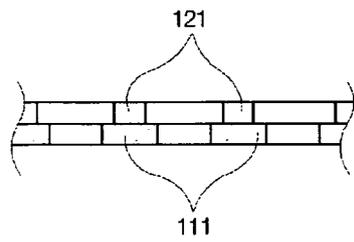


[Fig. 3]

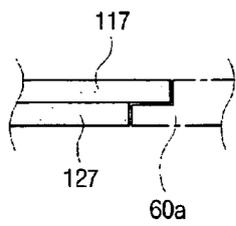




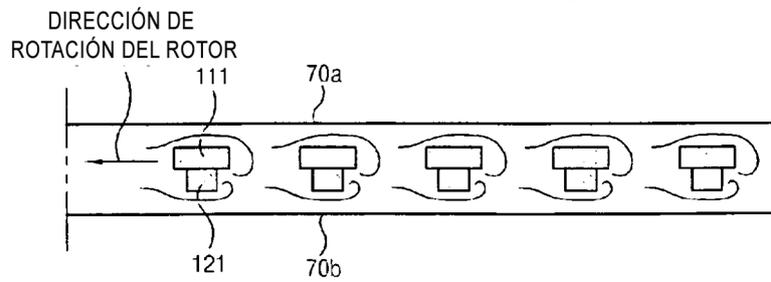
[Fig. 5]



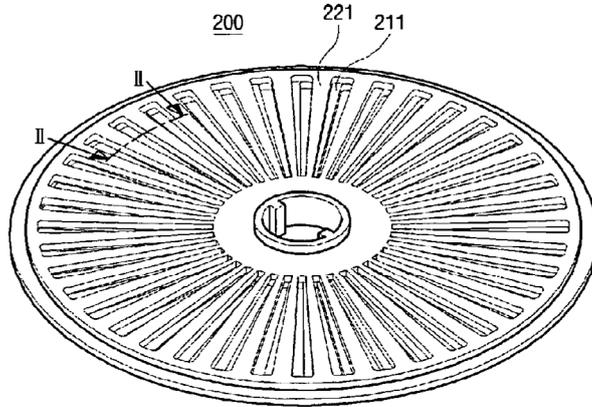
[Fig. 6]



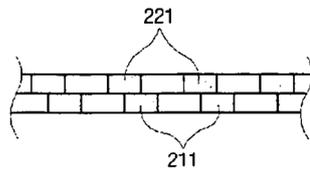
[Fig. 7]



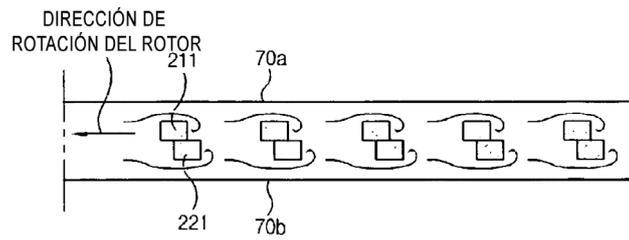
[Fig. 8]



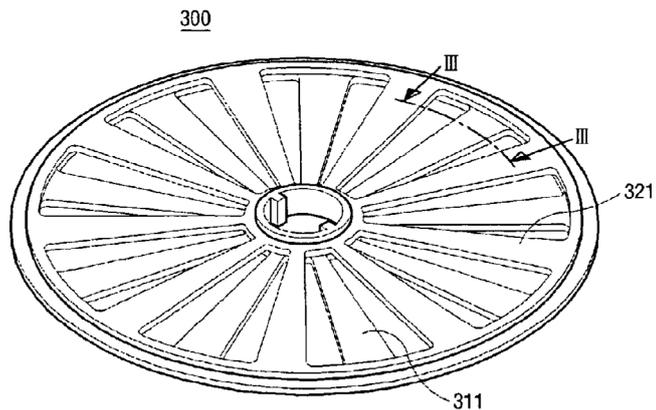
[Fig. 9]



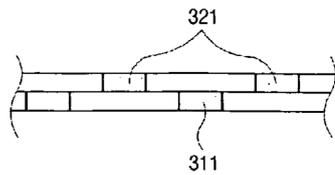
[Fig. 10]



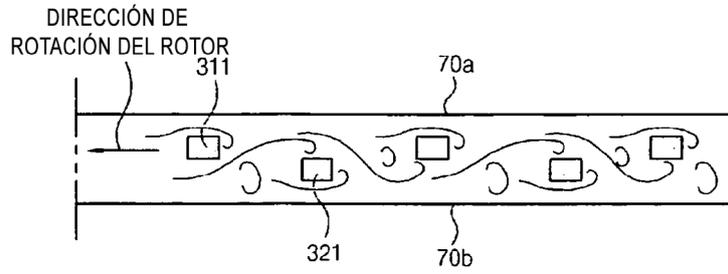
[Fig. 11]



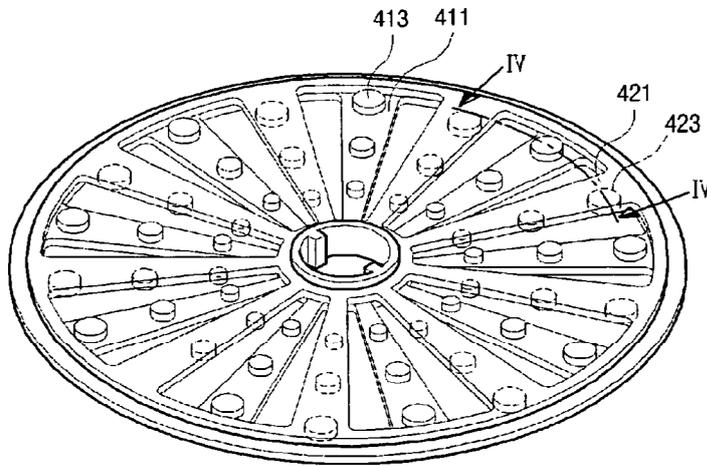
[Fig. 12]



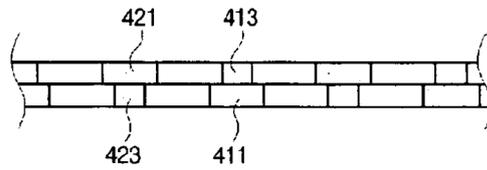
[Fig. 13]



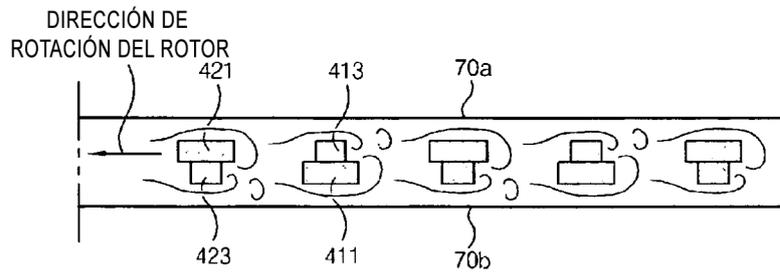
[Fig. 14]

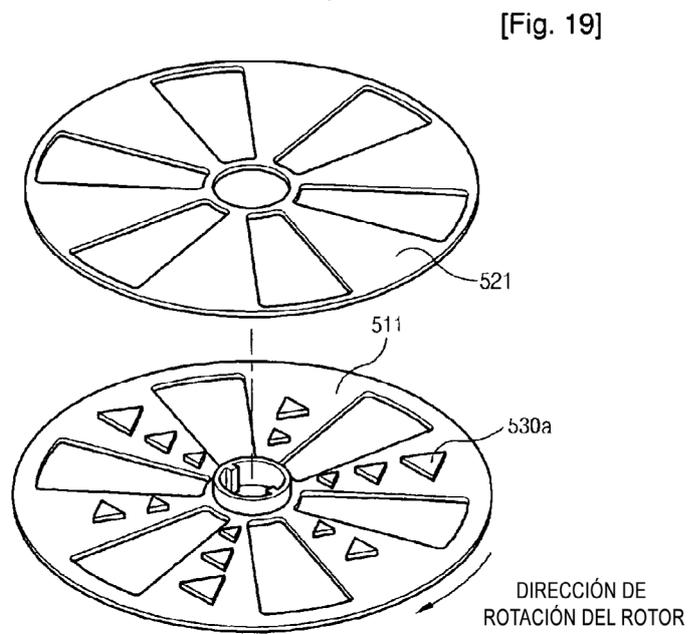
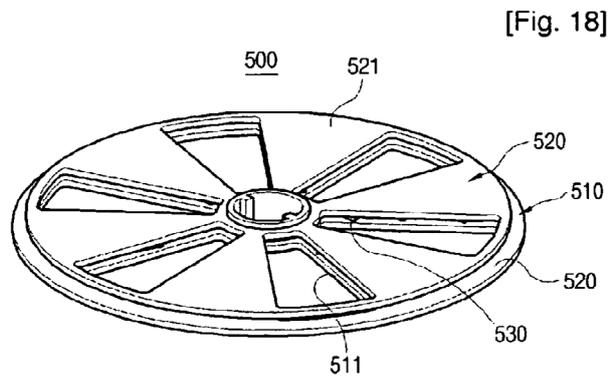
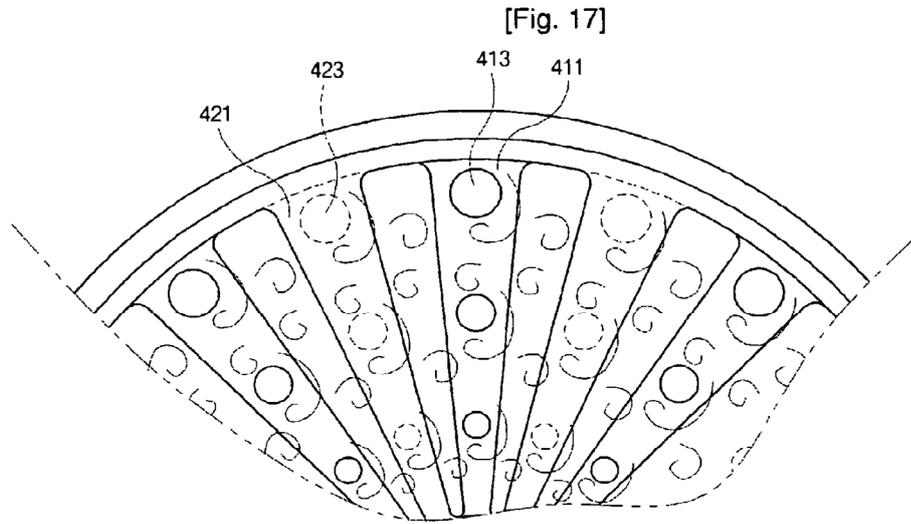


[Fig. 15]

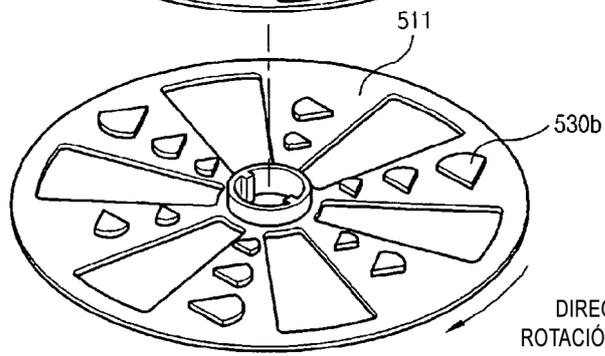
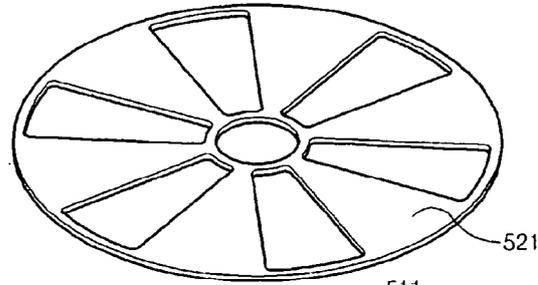


[Fig. 16]

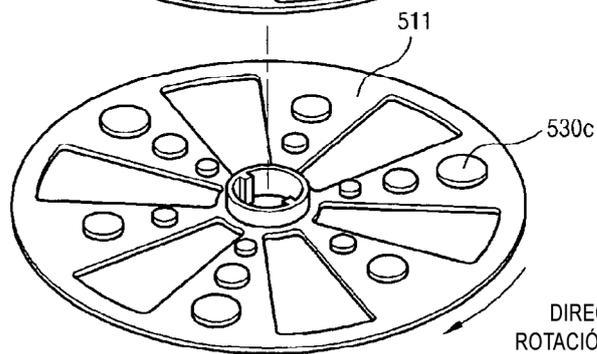
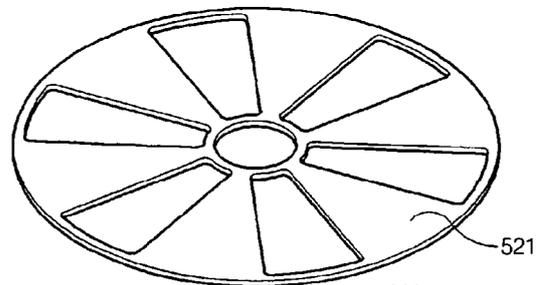




[Fig. 20]

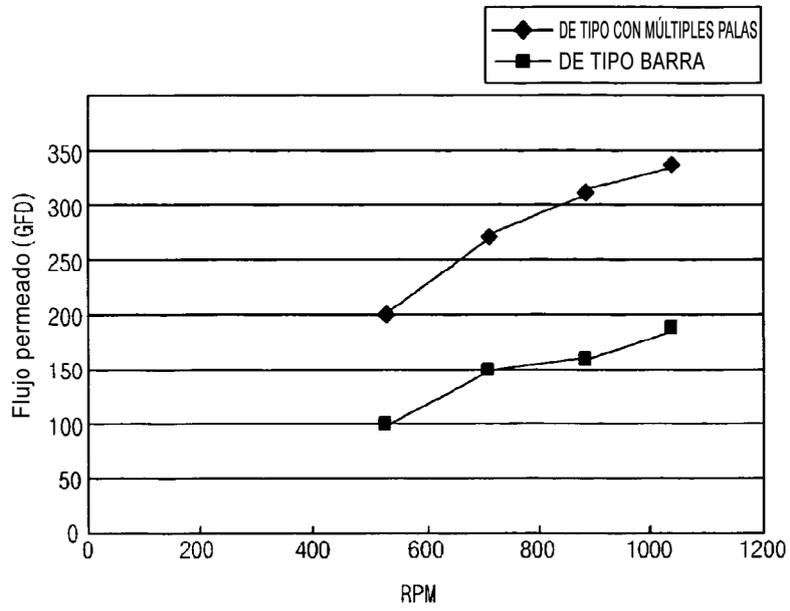


DIRECCIÓN DE  
ROTACIÓN DEL ROTOR  
[Fig. 21]



DIRECCIÓN DE  
ROTACIÓN DEL ROTOR

[Fig. 22]



[Fig. 23]

