(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 547 287**

(21) Número de solicitud: 201500310

(51) Int. CI.:

B04C 5/04 (2006.01)
B04C 5/081 (2006.01)
B04C 5/103 (2006.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN PREVIO B2

(22) Fecha de presentación:

15.07.2015

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

02.10.2015

Fecha de la concesión:

14.04.2016

(45) Fecha de publicación de la concesión:

21.04.2016

(73) Titular/es:

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA (100.0%)
Avda. de la Paz nº 93
26006 Logroño (La Rioja) ES

(72) Inventor/es:

LOSTADO LORZA , Rubén ;
CORRAL BOBADILLA , Marina ;
SOMOVILLA GÓMEZ, Fátima;
MARTÍNEZ CALVO, María Ángeles;
ILLERA CUEVA, Marcos y
ALBA IRURZUN, José Antonio

(54) Título: **Ciclón de alta eficiencia de geometría variable**

(57) Resumen:

La presente invención describe un ciclán de alta eficiencia de geometría variable para separar material particulado de un flujo de aire, que comprende un cuerpo cilíndrico, una tapa superior, un tronco de cono acoplado a la parte inferior del cuerpo cilíndrico, una abertura lateral en la parte superior del cuerpo cilíndrico para la entrada de aire contaminado con material particulado, y una abertura de salida en la tapa superior para la salida de aire limpio. El cuerpo cilíndrico está constituido por una pluralidad de placas curvadas articuladas cada una en un eje de rotación a lo largo de uno de sus bordes laterales y sobresaliendo dicho eje de rotación tanto por la parte superior como por la inferior de dicho borde lateral de la placa. Las partes sobresalientes de dichos ejes están acopladas de manera deslizable en respectivas correderas ubicadas en la tapa superior y en el tronco de cono.

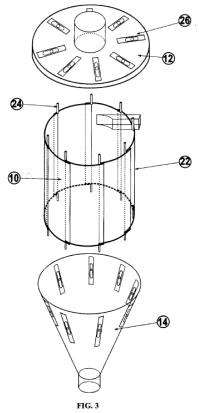


FIG. 3

ES 2 547 287 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP.

DESCRIPCIÓN

CICLÓN DE ALTA EFICIENCIA DE GEOMETRÍA VARIABLE

Campo de la invención

La presente invención se refiere de manera general al campo de los dispositivos de purificación de aire, y más específicamente a un ciclón de alta eficiencia para separar material particulado de una corriente de aire.

Antecedentes de la invención

En la técnica se conoce ampliamente el uso de ciclones de alta eficiencia para separar material particulado de un flujo de aire contaminado. Este tipo de ciclones están formados básicamente por un cuerpo cilíndrico en el que se introduce tangencialmente un flujo de aire con material particulado. En muchos casos, este material particulado se considera como un contaminante atmosférico, y por tanto debe eliminarse por las empresas que lo producen antes de liberarlo a la atmósfera.

Los ciclones de alta eficiencia se fabrican normalmente de acero, y presentan una geometría fija para un determinado diámetro de corte del ciclón (d_c). El diámetro de corte del ciclón (d_c) se define como el diámetro de partícula de las partículas que pueden eliminarse del flujo de aire a filtrar con una eficiencia de retención del 50%. El diámetro de corte (d_c) se determina a partir del diámetro del ciclón D_c tal como se describe por P. Rosin, E. Rammler, W. Intelmann (Fundamentals and Limitations of Cyclone Dusting; 1968).

Además, el aire contaminado con dicho material particulado debe introducirse con una determinada velocidad al interior del ciclón mediante un ventilador de velocidad de giro variable.

En concreto, el diámetro de corte d_c para ciclones de alta eficiencia se calcula según la siguiente ecuación:

$$d_c = \sqrt{\frac{9 \cdot \mu \cdot B_c}{2 \cdot \pi \cdot N_s \cdot V_T (\rho_s - \rho)}}$$

en la que:

- μ es la viscosidad del aire.
- B_c es el ancho de la entrada del ciclón.
- N_s es el número de vueltas que efectúan las partículas en el interior del cicló hasta quedar retenidas.
- V_T es la velocidad de entrada del aire al ciclón.
- ρ_s es la densidad de las partículas.
- ρ es la densidad del aire.

Siendo la anchura de la entrada del ciclón B_c calculada según:

$$B_c = 0{,}25 \cdot D_c$$

En la técnica se conocen varios tipos de ciclones que pretenden aumentar sus prestaciones variando aspectos de la geometría de los mismos. Por ejemplo, el modelo de utilidad CN203598956U hace referencia a un ciclón de geometría variable que puede modificar su geometría al variar la entrada tangencial por la que se introduce el flujo de aire en el ciclón (en concreto su posición y/o tamaño de abertura) así como la posición y el diámetro del tubo central de salida del aire purificado del ciclón.

El modelo de utilidad CN203061307U muestra un ciclón húmedo variable que puede modificar su geometría al variar la longitud del cuerpo central del ciclón. Los ciclones húmedos (hidrociclones) retienen las partículas mediante el humedecimiento con agua de las paredes internas del ciclón. El principal inconveniente de este tipo de ciclones es que

contaminan el agua que se ha usado para la retención de las partículas.

Por otro lado, el modelo de utilidad CN2165933Y hace referencia a un ciclón de geometría variable que puede modificar la geometría del tubo central del ciclón (elipse, círculo, óvalo) alterando de este modo la trayectoria que tienen que seguir las partículas para retenerse y aumentando en cierto modo su rendimiento de retención.

Sin embargo, sigue existiendo en la técnica la necesidad de un ciclón de alta eficiencia de geometría variable alternativo que permita variar fácilmente el diámetro de corte del ciclón mediante una variación sencilla de la geometría del mismo.

Sumario de la invención

La presente invención da a conocer un ciclón de alta eficiencia de geometría variable para separar material particulado de un flujo de aire. El ciclón de la invención comprende:

- un cuerpo cilíndrico;
- una tapa superior;
- un tronco de cono acoplado a la parte inferior del cuerpo cilíndrico para recoger material particulado;
- una abertura lateral de entrada en la parte superior del cuerpo cilíndrico para la entrada de aire contaminado con material particulado; y
- una abertura de salida en la tapa superior para la salida de aire limpio.

El cuerpo cilíndrico del ciclón de la presente invención está constituido por una pluralidad de placas curvadas, articuladas cada una en un eje de rotación a lo largo de uno

de sus bordes laterales y sobresaliendo dicho eje de rotación tanto por la parte superior como por la inferior de dicho borde lateral de la placa.

Además, las partes sobresalientes de dichos ejes están acopladas de manera deslizable en respectivas correderas ubicadas tanto en la tapa superior como en el tronco de cono. Así, el desplazamiento de los ejes de rotación a lo largo de las correderas provoca la variación del diámetro del cuerpo cilíndrico, lo cual provoca la variación del diámetro de corte del ciclón tal como se desprende de las ecuaciones presentadas anteriormente.

Breve descripción de las figuras

La presente invención se entenderá mejor con referencia a los siguientes dibujos que ilustran una realización preferida de la invención, proporcionada a modo de ejemplo, y que no debe interpretarse como limitativa de la invención de ninguna manera.

La figura 1A muestra una vista lateral así como una vista en planta de un ciclón de alta eficiencia de geometría variable según la realización preferida de la presente invención, dispuesto en una configuración de diámetro máximo.

La figura 1B muestra una vista lateral así como una vista en planta del ciclón de la figura 1A dispuesto en una configuración de diámetro mínimo.

La figura 2 muestra una vista en perspectiva de una placa curvada que forma parte del cuerpo cilíndrico del ciclón según la realización preferida de la presente invención.

La figura 3 muestra una vista en despiece ordenado del ciclón según la realización preferida de la presente

invención.

La figura 4 muestra una vista ampliada de una corredera empleada en el ciclón según la realización preferida de la presente invención.

La figura 5 muestra una vista lateral así como una vista en planta del ciclón según la realización preferida de la presente invención, en las que se representa el recorrido del flujo de aire y del material particulado contaminante.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Tal como se observa en las figuras 1A y 1B adjuntas, el ciclón de alta eficiencia de geometría variable según la realización preferida de la presente invención comprende un cuerpo cilíndrico (10), una tapa superior (12) y un tronco de cono (14) acoplado a la parte inferior del cuerpo cilíndrico (10) para recoger en el mismo material particulado separado de una corriente de aire que se desea purificar.

Además, el ciclón presenta una abertura lateral de entrada (16) de sección rectangular en la parte superior del cuerpo cilíndrico (10) para la entrada de aire contaminado con material particulado, una abertura de salida (18) en la tapa superior (12) para la salida de aire limpio, y un tubo de salida (20) de sección circular situado en la parte inferior del tronco de cono (14) para la salida del material particulado recogido.

En las figuras 1A y 1B también puede apreciarse que el cuerpo cilíndrico (10) está en realidad constituido por 8 placas metálicas curvadas (22) (mostrada una de ellas con más detalle en la figura 2). Estas placas curvadas (22) están articuladas, cada una, en un eje de rotación (24) a lo largo de uno de sus bordes laterales, sobresaliendo dicho eje de

rotación (24) tanto por la parte superior como por la inferior de dicho borde lateral de la placa curvada (22).

El término "borde lateral" de una placa curvada (22) tal como se usa en el presente documento se refiere al borde de la placa curvada (22) en el sentido de altura del cuerpo cilíndrico (10) una vez formado.

Las partes sobresalientes de dichos ejes de rotación (24) están acopladas de manera deslizable en respectivas correderas ubicadas tanto en la tapa superior (12) como en el tronco de cono (14).

En concreto, en la figura 1A se muestran los ejes de rotación (24) dispuestos en un extremo de dichas correderas, de modo que el cuerpo cilíndrico (10) del ciclón de alta eficiencia presenta un diámetro máximo ($D_{max.}$).

Por su parte, en la figura 1B los ejes de rotación (24) se encuentran dispuestos en el extremo opuesto de dichas correderas, de modo que el cuerpo cilíndrico (10) del ciclón de alta eficiencia presenta un diámetro mínimo ($D_{min.}$).

Por tanto, puede apreciarse que el desplazamiento de los ejes de rotación (24) a lo largo de las correderas provoca la variación del diámetro del cuerpo cilíndrico (10).

Los elementos anteriormente descritos se aprecian más detalladamente en la figura 3, que muestra una vista en despiece ordenado del mismo ciclón de alta eficiencia de geometría variable descrito anteriormente con referencia a las figuras 1A y 1B.

En la figura 4 se muestra más detalladamente una corredera del ciclón según la realización preferida de la presente invención. Tal como puede apreciarse, la corredera comprende una ranura (26), una pieza prismática (28) dispuesta para deslizarse por dicha ranura (26) y una placa

metálica de cierre (30) acoplada sobre la pieza prismática (28), de modo que se evitan escapes indeseados del flujo de aire. La placa de cierre (30) se fija a la pieza prismática (28) mediante tornillos (32). Tanto la pieza prismática (28) como la placa de cierre (30) presentan un orificio dispuesto para atravesarse por una parte sobresaliente de un eje de rotación (24), de modo que se realiza el acoplamiento entre la pieza prismática (28), la placa de cierre (30) y el eje de rotación (24).

Haciendo ahora referencia a la figura 5, se muestran una vista lateral y una vista en planta en las que se representa mediante flechas el flujo de aire así como el del material particulado contenido en el mismo. El flujo de aire contaminado con material particulado (34) se introduce de manera tangencial al cuerpo cilíndrico (10) del ciclón por la abertura lateral (16) anteriormente mencionada. Dicho flujo de aire contaminado se introduce mediante un ventilador (no mostrado), el cual puede variar su velocidad de giro con el propósito de introducir el flujo de aire a diferentes velocidades. Esta variación de velocidad de giro del ventilador permite en cierto modo ajustar el grado de retención del material particulado en el ciclón.

El flujo de aire con material particulado se dirige hacia el tronco de cono (14) describiendo giros a una elevada velocidad tangencial. Estos giros hacen que el material particulado (más denso que el aire) se retenga, debido a la fuerza centrífuga, en el cuerpo cilíndrico (10) del ciclón así como en una parte importante del tronco de cono (14). Finalmente, el material particulado se recoge en el tubo de salida (20). El aire limpio y libre de material particulado cambia de dirección de giro debido a la propia geometría del

tronco de cono (14) y se expulsa hacia el exterior por la abertura de salida (18).

Haciendo referencia a un ejemplo concreto de realización del ciclón de geometría variable de la presente invención, en la siguiente tabla se muestran los diámetros de corte d_c obtenidos para distintos diámetros del cuerpo cilíndrico del mismo D_c (correspondientes a diversas posiciones de los ejes de rotación a lo largo de las correderas).

Diámetros, D_c (mm)	**B_c (mm)**	**d_c (mm)**
60	15	0,207421
65	16,25	0,215891
70	17,5	0,224041
75	18,75	0,231904
80	20	0,239510
85	21,25	0,246881
90	22,5	0,254038
95	23,75	0,261000
100	25	0,267780

Como se observa en la tabla anterior, para el ciclón de geometría variable según la realización preferida de la presente invención, cuyo diámetro D_c puede variar de 60 a 100 mm, permite trabajar con diámetros de corte de partículas de entre 0,2074 mm y 0,2677 mm.

La presente invención se ha descrito anteriormente con referencia a un ejemplo de realización específico de la misma; sin embargo el experto en la técnica podrá concebir modificaciones y variaciones de dicha realización sin por ello apartarse del alcance de la presente invención.

Por ejemplo, aunque se han descrito placas curvadas y

placas de cierre metálicas, deberá entenderse que en función de los requisitos de la aplicación específica dichos elementos (así como cualquier otro elemento del ciclón de la presente invención) podrán fabricarse de cualquier otro material adecuado, tal como materiales de plástico.

Aunque se ha descrito un cuerpo cilíndrico constituido por 8 placas curvadas, debe entenderse que la invención abarca igualmente cuerpos cilíndricos constituidos por una pluralidad mayor o menor de placas curvadas.

Por otro lado, aunque se ha descrito que la placa de cierre se fija a la pieza prismática mediante tornillos, debe entenderse que puede usarse cualquier otro medio de acoplamiento sin apartarse del alcance de la invención, tal como por ejemplo mediante soldadura, adhesivo, etc.

REIVINDICACIONES

1. Ciclón de alta eficiencia de geometría variable para separar material particulado de un flujo de aire, que comprende

- un cuerpo cilíndrico (10);
- una tapa superior (12);
- un tronco de cono (14) acoplado a la parte inferior del cuerpo cilíndrico (10) para recoger material particulado;
- una abertura lateral (16) de entrada en la parte superior del cuerpo cilíndrico (10) para la entrada de aire contaminado con material particulado; y
- una abertura de salida (18) en la tapa superior (12) para la salida de aire limpio;

caracterizado por que

el cuerpo cilíndrico (10) está constituido por una pluralidad de placas curvadas (22) articuladas cada una en un eje de rotación (24) a lo largo de uno de sus bordes laterales y sobresaliendo dicho eje de rotación (24) tanto por la parte superior como por la inferior de dicho borde lateral de la placa (22),

estando además las partes sobresalientes de dichos ejes de rotación (24) acopladas de manera deslizable en respectivas correderas ubicadas tanto en la tapa superior (12) como en el tronco de cono (14),

de manera que el desplazamiento de los ejes de rotación (24) a lo largo de las correderas provoca la variación del diámetro del cuerpo cilíndrico (10),

dicho ciclón comprende además un tubo de salida (20) situado en la parte inferior del tronco de cono (14) para la salida del material particulado recogido.

2. Ciclón según la reivindicación 1, caracterizado por que las correderas comprenden, cada una, una ranura (26), una pieza prismática (28) dispuesta para deslizarse por dicha ranura (26) y una placa de cierre (30) acoplada sobre la pieza prismática (28), estando la pieza prismática (28) y la placa de cierre (30) acopladas además a una parte sobresaliente correspondiente de un eje de rotación (24) de placa curvada (22).

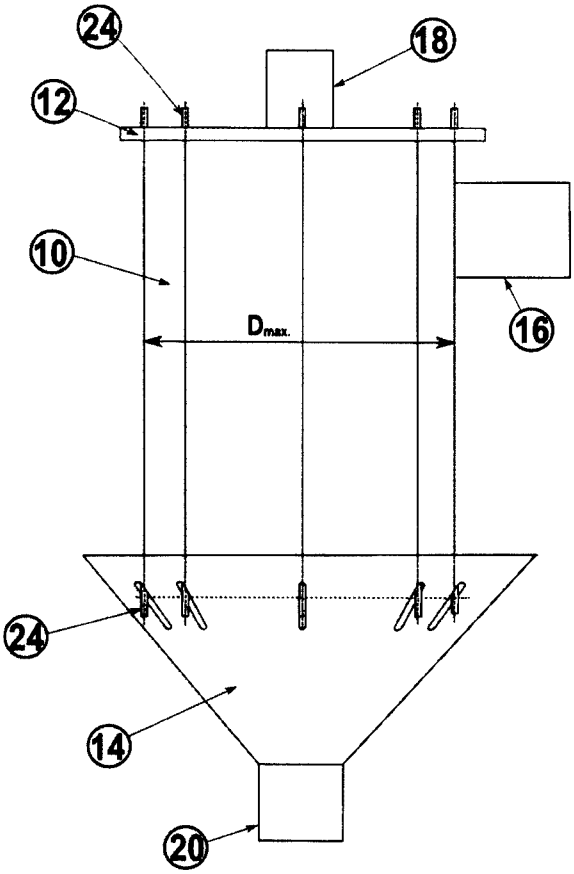
3. Ciclón según la reivindicación 2, caracterizado por que tanto la pieza prismática (28) como la placa de cierre (30) presentan un orificio dispuesto para atravesarse por una parte sobresaliente de un eje de rotación (24), de modo que se realiza el acoplamiento entre la pieza prismática (28), la placa de cierre (30) y el eje de rotación (24).

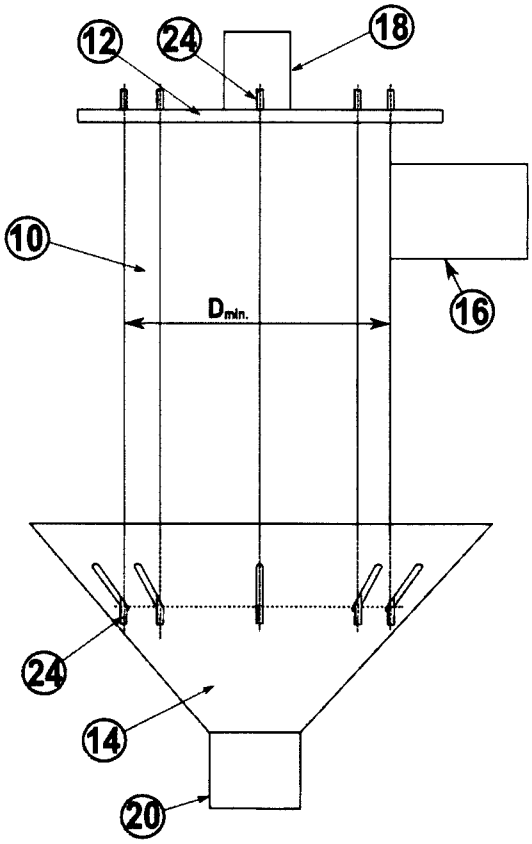
4. Ciclón según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el cuerpo de cilindro (10) está constituido por 8 placas curvadas (22).

5. Ciclón según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el diámetro del cuerpo cilíndrico D_c puede variar de 60 a 100 mm.

6. Ciclón según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el tubo de salida (20) presenta sección circular.

7. Ciclón según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la abertura lateral de entrada (16) presenta una sección rectangular.


24
18
12
10
$D_{max.}$
16
24
14
20


12
24
18
10
$D_{min.}$
16
24
14
20

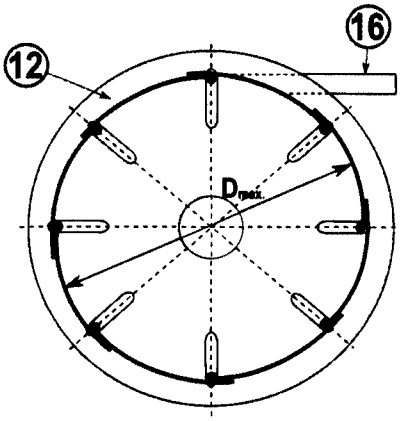

16
12
$D_{máx.}$

FIG. 1A

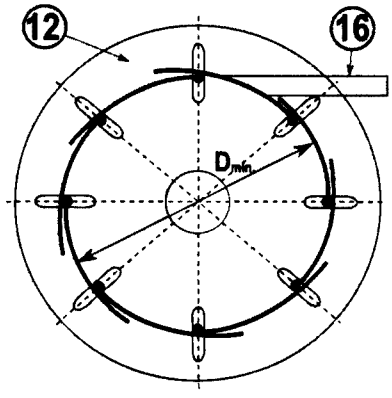

12
16
$D_{mín.}$

FIG. 1B

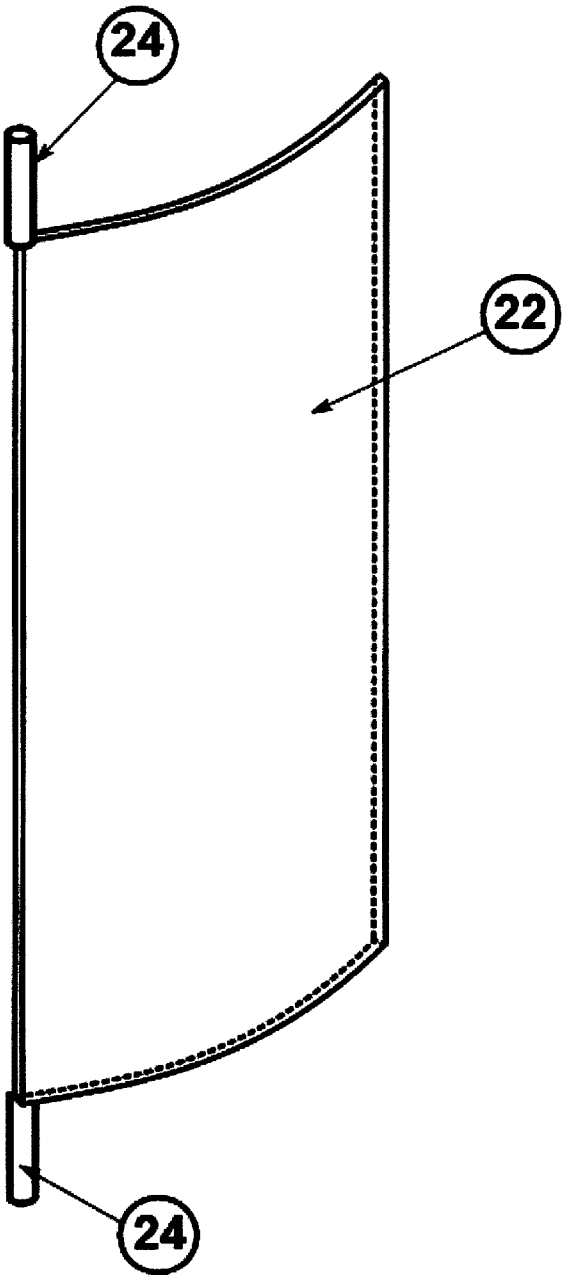


FIG. 2

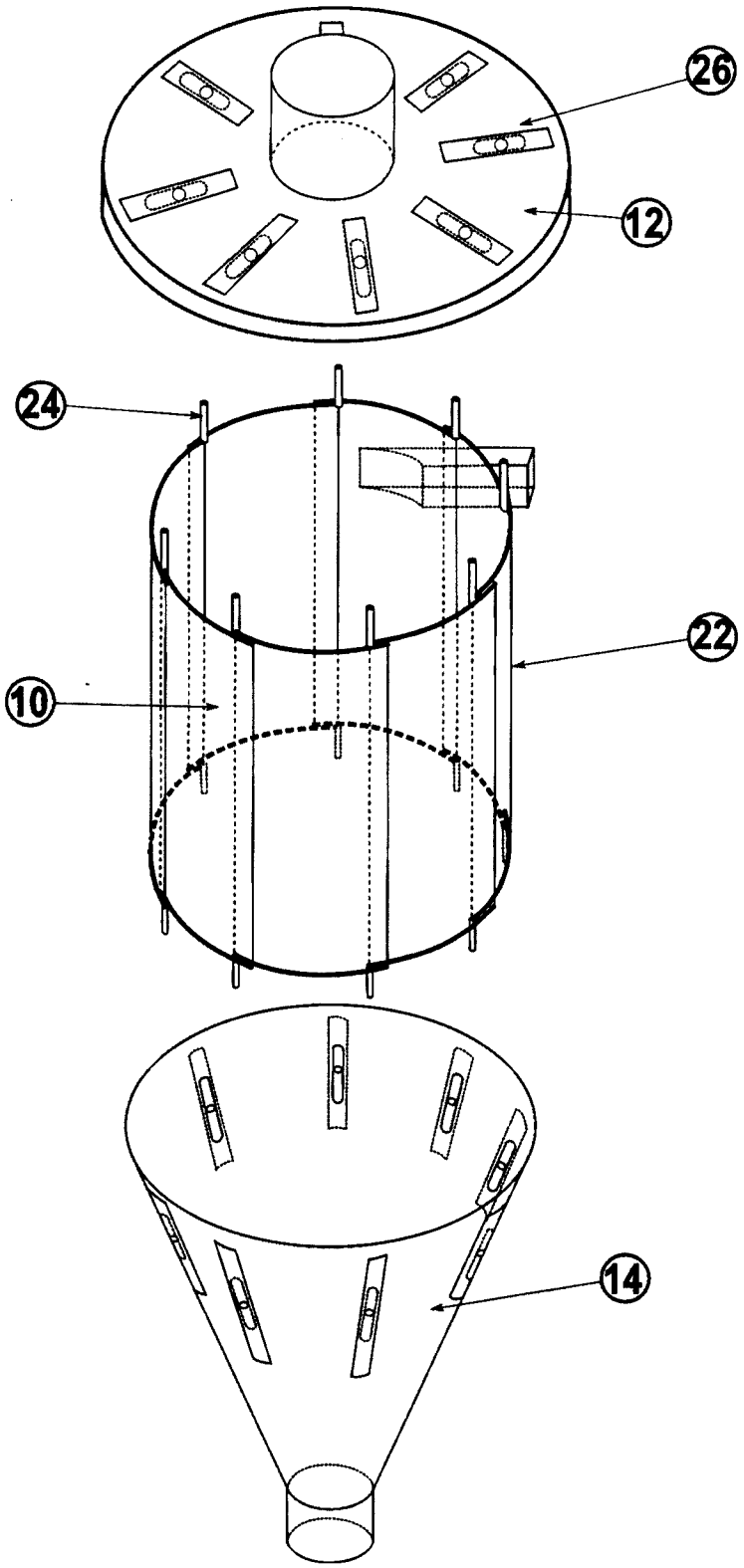


FIG. 3

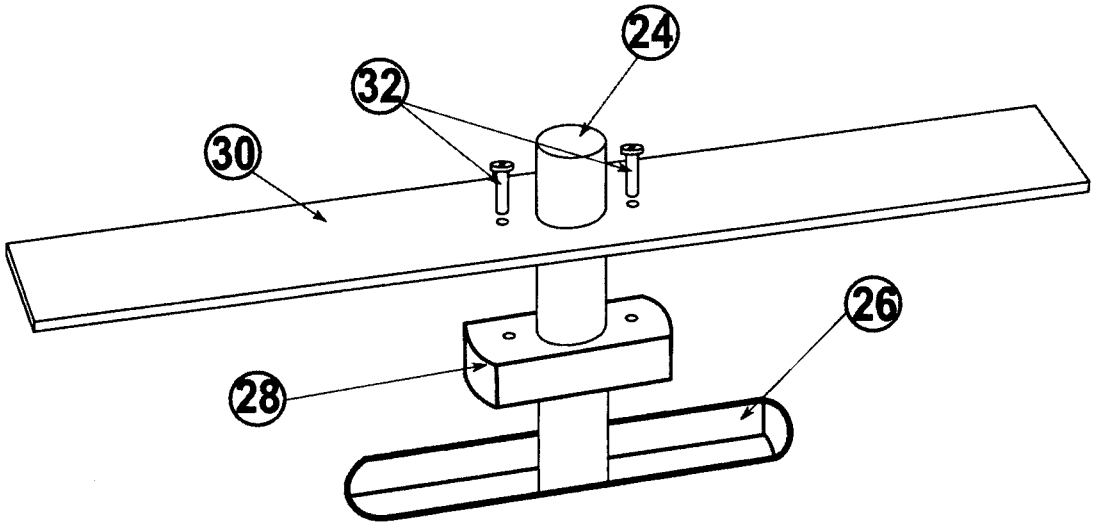


FIG. 4

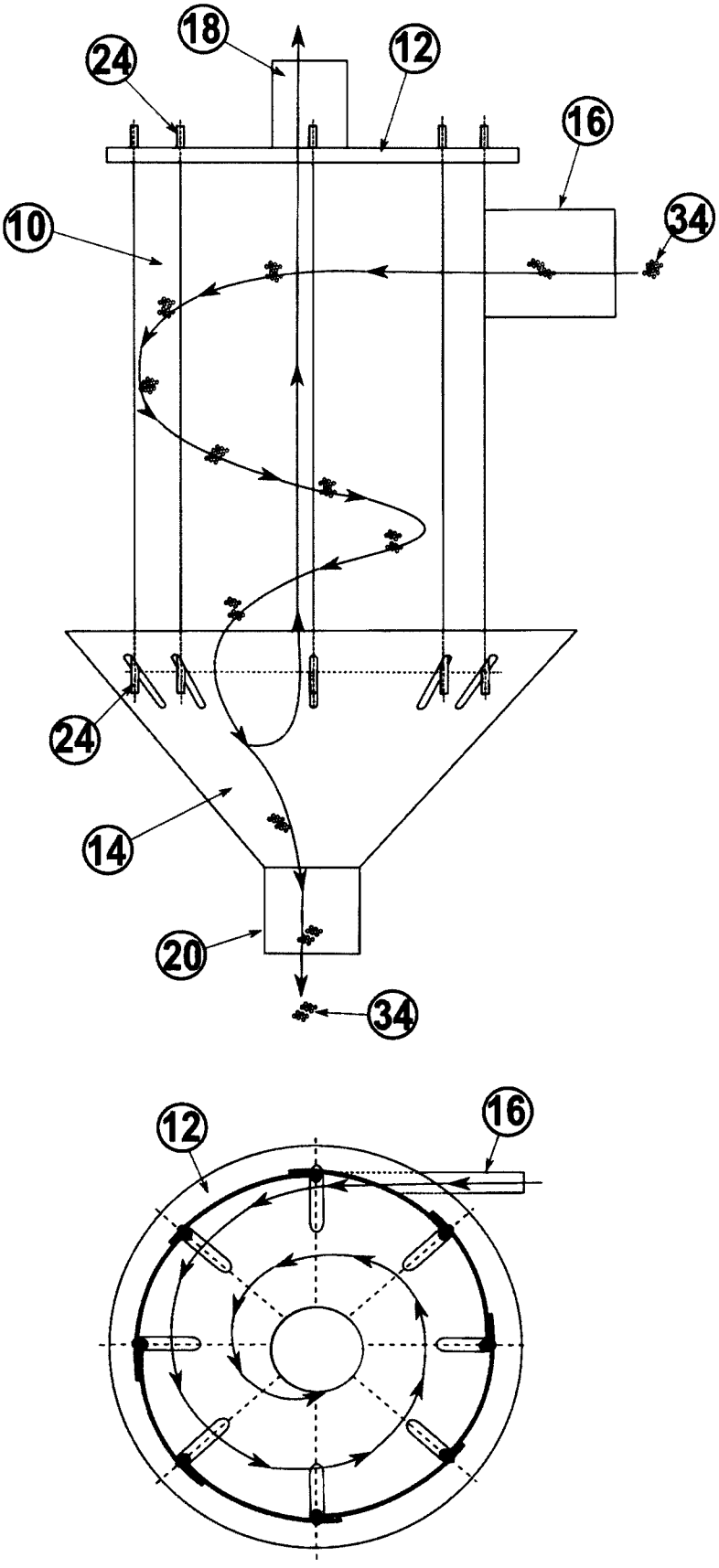


FIG. 5

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201500310

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 15.07.2015

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
A	US 3277926 A (ARVID SKARDAL KARL) 11.10.1966, todo el documento, especialmente página 1, figuras 3-4 y explicaciones correspondientes en columna 4, líneas 30-74.	1-7
A	GB 1252823 A (YAMAN ONUR et al.) 10.11.1971, página 4; figura 8.	1-7
A	WO 0010716 A1 (GBD CORP et al.) 02.03.2000, todo el documento.	1-7

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	**Página**
24.09.2015	C. Alonso de Noriega Muñiz	1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B04C5/04 (2006.01)
B04C5/081 (2006.01)
B04C5/103 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B04C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 24.09.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-7	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	1-7	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 3277926 A (ARVID SKARDAL KARL)	11.10.1966
D02	GB 1252823 A (YAMAN ONUR et al.)	10.11.1971
D03	WO 0010716 A1 (GBD CORP et al.)	02.03.2000

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La solicitud se refiere a un ciclón de alta eficiencia para separar material particulado de una corriente de aire.

La solicitud reivindica un ciclón de alta eficiencia de geometría variable que además de comprender los elementos habituales de los ciclones conocidos del estado de la técnica para separar material particulado de un flujo de aire, tiene la particularidad de que el cuerpo cilíndrico o cámara principal del ciclón está constituido por una pluralidad de placas curvadas articuladas cada una en un eje de rotación a lo largo de uno de sus bordes laterales y sobresaliendo dicho eje de rotación por la parte superior e inferior para acoplarse de manera deslizante en respectivas correderas ubicadas tanto en la tapa superior como en el tronco de cono de manera que el desplazamiento de dichos ejes a lo largo de las correderas provoca la variación del diámetro del cilindro.

Sabiendo que el diámetro de corte del ciclón, el decir del tamaño de las partículas separadas, depende de la geometría del ciclón, y en particular del diámetro del ciclón, el objeto técnico de la invención es proporcionar un ciclón de alta eficiencia de geometría variable alternativo que permita variar fácilmente el diámetro de corte del ciclón mediante una variación sencilla de diámetro de la cámara del ciclón.

El documento D01 divulga (ver todo el documento, especialmente pagina 1, y figuras) un ciclón separador para el fraccionamiento de los fluidos con contenidos de material sólido pulverizado en el que el flujo de salida de la fracción pesada separada se retira del ciclón a través de una cámara de descarga de sección transversal circular que está formada de modo que el flujo de salida discurre en un pasaje anular delimitado exteriormente en su dirección radial por la pared lateral interna de la cámara de descarga e internamente por una pieza de núcleo dispuesto de forma giratoria dentro de la cámara de descarga.

En el interior de la cámara de descarga (ver figuras 3-4 y explicaciones correspondientes en columna 4, líneas 30 a 74) se coloca un anillo excéntrico con paredes interior y exterior circulares de modo que esta pared interna del anillo está situada excéntricamente con respecto a la pieza de núcleo (con la excentricidad E), y encierra una cámara de descarga con la correspondiente salida para la fracción pesada separada. La colocación de este anillo permite una regulación adicional de la descarga. Por ejemplo, con ayuda de un brazo conectado a dicho anillo, se puede modificar la excentricidad así como el diámetro de la cámara. Es decir, la regulación actúa sobre la cámara de salida, introduciendo un cilindro hueco cuya excentricidad se puede variar.

El documento D02 divulga otro separador de vórtice donde parte de la configuración es variable. En particular (ver página 4 y figura 8) se modifica la configuración de la cámara del vórtice mediante una placa tipo resorte cuyo extremo se puede colocar a una distancia radial variable de la pared circunferencial de la cámara de vórtice por medio de un tornillo, variando de ese modo la cantidad de fluido que se descarga.

Existen multitud de ciclones separadores similares al de la solicitud, con un cono acoplado en la parte inferior de un cilindro para la recogida del material articulado y entrada tangencial en la parte superior del cilindro. Por ejemplo el D03.

La invención reivindicada difiere principalmente de los documentos citados en que ninguno de los documentos citados muestra la solución de formar el cilindro mediante segmentos de pared curvos que se solapan en mayor o menor medida según la necesidad para reducir el diámetro de dicho cilindro

Así, la invención reivindicada implica un efecto mejorado comparado con el estado de la técnica. Además, no se considera obvio que un experto en la materia obtenga la invención a partir de los documentos mencionados anteriormente. Por lo tanto la invención reivindicada cumple con los requisitos de novedad (**Artículo 6.1 Ley 11/86**) y actividad inventiva (**Artículo 8.1 Ley 11/86**).