

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 304**

51 Int. Cl.:

B04C 3/06 (2006.01)

B04C 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2008 E 08705081 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2012 EP 2106297**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para separar una mezcla de medio fluida con un ciclón estacionario**

30 Prioridad:

11.01.2007 NL 2000429

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

15.03.2013

73 Titular/es:

**TAXON B.V. (100.0%)
Schottegatweg Oost 32
Willemstad, Curaçao, AN**

72 Inventor/es:

SCHOOK, ROBERT

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 398 304 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

Dispositivo y procedimiento para separar una mezcla de medio fluida con un ciclón estacionario

La invención se refiere a un dispositivo para separar una mezcla de medio fluida en al menos dos fracciones diferentes con una densidad másica promedio distinta de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Tal dispositivo también se denomina ciclón estacionario. La invención también se refiere a un procedimiento para separar una mezcla de medio fluida en al menos dos fracciones diferentes con una densidad másica distinta utilizando dicho ciclón estacionario de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 10.

La separación de una mezcla de medio fluida tiene muy diversas aplicaciones. En el presente documento, se entiende que mezcla de medio significa una mezcla de al menos un líquido o un gas que pueda mezclarse con partes de material sólido tales como un polvo o un aerosol. Son ejemplos una mezcla gas/gas, una mezcla gas/líquido, una mezcla líquido/líquido, una mezcla gas/sólido, una mezcla líquido/sólido, o cualquiera de las mencionadas mezclas provista de una o más fracciones adicionales. La separación de una mezcla de medio fluida se conoce por ejemplo por diversas aplicaciones de limpieza de líquidos, limpieza de gases (de combustión) y separación de polvo. La separación de fracciones con una gran diferencia en tamaño de partículas y/o una gran diferencia en densidad másica es relativamente sencilla. Con este propósito se hace un uso a gran escala de procedimientos tales como filtración y cribado. En la separación de fracciones con una diferencia en densidad másica más pequeña se hace uso de técnicas de separación química y/o técnicas de separación tales como sedimentación y centrifugación. Una tecnología relativamente sencilla, y por lo tanto económica, con la que pueden separarse en línea grandes volúmenes, hace uso de las diferencias en densidad másica de las fracciones para separar aplicando una fuerza centrípeta a la mezcla mediante la rotación de la mezcla, por ejemplo en una centrifugadora o en un ciclón. Un dispositivo de separación relativamente sencillo, que consiste en una carcasa estacionaria en la cual puede generarse un vórtice, es decir una mezcla en rotación, se describe por ejemplo en los documentos WO 97/05956 y WO 97/28903. Los dispositivos mostrados en estos documentos también se denominan "hidrociclones", y son particularmente adecuados para la separación líquido/líquido. Debe observarse que las fracciones obtenidas tras la separación aún pueden tener ("estar contaminadas con") una parte de la otra fracción, incluso tras la separación, aunque ambas fracciones tengan una composición que difiera claramente de la composición de la mezcla original.

La solicitud de patente francesa FR 2134520 describe un ciclón que comprende una primera parte de alimentación que conecta radialmente con el espacio de separación. El ciclón también está provisto de una parte pasante que permite el paso de la mezcla en una dirección lateral y con la cual conecta una guía con elementos de guía curvos, por lo que se obtiene una dirección de flujo radial. Una vez que la mezcla está en movimiento rotativo, se transporta a través de un tubo separador. El uso de esta construcción ofrecerá como mucho un resultado de separación mediocre.

La patente estadounidense 3.535.850 da conocer un separador de partículas centrífugo para procesar aire cargado de polvo a la presión atmosférica que comprende una carcasa cilíndrica alargada que forma una cámara de vórtice con un componente de torbellino o de rotación para generar un flujo de vórtice natural dentro de la cámara de vórtice. El suministro del aire cargado de polvo se dirige radialmente hacia dentro y, como resultado de la rotación del aire cargado de polvo en la carcasa estacionaria del ciclón, una fracción más ligera migrará al menos sustancialmente hacia el lado interior del vórtice y la fracción de polvo más pesada migrará hacia el lado exterior del vórtice. La fracción de aire y la fracción de polvo se descargan en posiciones separadas del ciclón; la fracción de polvo en un punto radialmente hacia fuera del vórtice.

Se considera que la patente estadounidense 6.702.877 representa la técnica anterior más cercana y da a conocer un dispositivo para separar una mezcla de gas con líquido y/o sólido que comprende un recipiente de separación por gravedad y un recipiente de procesamiento que puede montarse en la recipiente de separación. La mezcla que se va a separar se introduce horizontalmente (flecha B) desde un lado hasta una cámara superior de entrada desde la cual la mezcla fluye hacia abajo en ciclones adyacentes. Subsiguientemente unas palas de turbulencia hacen que la mezcla comience a girar dentro de los ciclones. La fracción pesada de la mezcla fluye hacia abajo y sale de los ciclones a través de unos ahusamientos cónicos al tiempo que la fracción ligera se descarga por el lado superior de los ciclones.

El objetivo de la presente invención es aumentar, con una inversión limitada, la eficiencia y/o la efectividad de la separación de fracciones de una mezcla de medio fluida utilizando un vórtice generado en una carcasa estacionaria.

La invención proporciona con este fin un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1. El espacio de separación tiene normalmente una forma alargada que tiene un lado interior de sección transversal circular (es decir una sección transversal perpendicular a la dirección longitudinal o al eje de la longitud del ciclón). El espacio de separación puede estar provisto, según se desee, de un núcleo alrededor del cual se hace girar la mezcla a modo de vórtice. El dispositivo de acuerdo con la invención está provisto de una pluralidad de primeras partes de alimentación que conectan con el espacio de separación desde diferentes direcciones radiales, preferentemente de tal modo que la

pluralidad de primeras partes de alimentación conecten en ángulos mutuamente iguales con la periferia del espacio de separación. En otras palabras, esto significa que conectan a distancias mutuamente iguales con la periferia de la pared exterior generalmente circular del espacio de separación. En la práctica, se han obtenido resultados ventajosos con doce (12) primeras partes de alimentación distribuidas regularmente por toda la periferia. Esto proporciona una entrada de flujo uniforme de la mezcla que se va a separar, de tal modo que se produce un patrón de flujo estable en el espacio de separación más pronto que si el dispositivo sólo estuviera provisto de una, o unas pocas, primeras partes de alimentación de acuerdo con la técnica anterior. Un patrón de flujo estable tiene la ventaja de que se preserva la separación (previa) ya presente en la mezcla. Más abajo se esclarecerá adicionalmente la separación previa resultante de la entrada del flujo; en combinación con las bocas de alimentación múltiples se mantendrá la separación previa obtenida. Debido al medio de rotación, la dirección del flujo cambia, en la dirección axial del dispositivo, de axial a tangencial (∇ aumenta en la dirección axial). La combinación de dichas medidas resultará por lo tanto en un aumento inesperado de la capacidad de separación del dispositivo. Esto se potencia adicionalmente cuando las primeras partes de alimentación conectan en ángulos mutuamente iguales con la periferia del espacio de separación.

Por lo tanto, la separación no sólo se produce en el espacio de separación, sino que la mezcla que se va a separar entra en el espacio de separación en un estado previamente separado (es decir un estado en el cual ya no es posible hablar de una mezcla homogénea), es decir en un estado en el cual ya se ha producido una separación parcial. Esta separación previa se obtiene durante la alimentación de la mezcla que se va a separar creando una transición desde la dirección radial de alimentación inicial hasta la dirección de alimentación final, en la cual la mezcla se introduce en el espacio de separación de manera sustancialmente tangencial a la pared interior del espacio de separación (es decir en paralelo a la orientación de la pared interior en la posición de la propia conexión con el vórtice), y además manteniendo esta separación previa de la mezcla. Como resultado de la dirección de flujo cambiante en la ruta de alimentación, una fracción más pesada y una fracción más ligera de la mezcla que se va a separar tienen diferentes direcciones de flujo; una fracción más pesada tiene una mayor tendencia a mantener una dirección de flujo existente que una fracción más ligera. Esto es debido a que las partículas más pesadas tienen una mayor inercia de masa, y por lo tanto estarán menos inclinadas a seguir un cambio de dirección del flujo que las partículas más ligeras. De este modo se obtiene un primer grado de separación (separación previa) durante la alimentación. Ahora que también se adoptan medidas para que esta separación previa no se pierda en la subsiguiente ruta del flujo hacia el espacio de separación, es posible utilizar un vórtice que permanezca constante para obtener una mayor medida de separación o para que baste un tiempo de retención más corto de la mezcla en el ciclón, o una menor caída de presión sobre la misma, para obtener un grado de separación idéntico al de los ciclones de la técnica anterior.

Una ventaja adicional del dispositivo de acuerdo con la presente invención es que puede dársele al dispositivo una forma muy compacta, entre otras razones debido a las bocas de alimentación múltiples que conectan con el espacio de separación.

En una variante particular preferida, el área de paso del espacio de separación disminuye en la dirección axial. En este caso se entiende que el área de paso significa el área del espacio de separación en una dirección perpendicular a la dirección axial. Si la dirección axial está definida como "Z", esto quiere decir: $dA/dZ < 0$. Debe observarse que por disminución se entiende particularmente una disminución constante, pero que, aunque es menos deseable, también puede aplicarse localmente $dA/dZ \leq 0$. La progresión de estrechamiento del espacio de separación es favorable para evitar, entre otras cosas, la separación de la capa límite. Por lo tanto, esta medida también contribuye a la estabilización adicional del flujo para que no se produzca deterioro alguno en la separación previa ya realizada. Esta condición puede darse por ejemplo cuando el espacio de separación está ahusado. Si el espacio de separación está provisto de una tubería extrema, resulta ventajoso que ésta sea cónica.

En otra variante de realización ventajosa, la tercera parte de alimentación comprende unos elementos de guía curvos, aunque aún puede realizarse una optimización adicional si se coloca un elemento curvo de estabilización entre dos elementos de guía curvos adyacentes de la tercera parte de alimentación. La diferencia entre los elementos de guía curvos y los elementos de estabilización curvos en este caso consiste, entre otras cosas, en la diferencia de longitud entre ambos. También se da el caso de que los elementos de guía curvos dividan localmente la alimentación en dos compartimentos mutuamente separados, aunque este no tiene por qué ser el caso con los elementos de estabilización curvos. Una vez más, estas son medidas con las que puede obtenerse un patrón de flujo estable. La dirección de salida de flujo de los elementos de guía es sustancialmente tangencial a la pared interior del espacio de separación. La ventaja de dotar a un elemento de estabilización con una forma deseablemente más corta es que así se evita el bloqueo del flujo. Como resultado de estas medidas, el número de Reynolds local disminuirá claramente en diferentes localizaciones de la alimentación, por lo que la posibilidad de un flujo altamente turbulento en la alimentación (siendo un número de Reynolds muy superior a 2300 evidentemente no deseable desde un punto de vista de separación) se vuelve considerablemente más pequeña, también a un caudal más elevado.

La presente invención hace posible que el diámetro del espacio de separación sea menor de 75, 50, 25 o 10 mm. El

diámetro del espacio de separación debe interpretarse más específicamente como el diámetro interior del espacio de separación. Este dimensionamiento es importante por cuanto es posible fabricar dispositivos de un tamaño (muy) limitado que pueden encajar fácilmente en todos los tipos de procesos de producción y equipos de producción existentes.

5 En una variante de realización particularmente práctica, el dispositivo está provisto de un conjunto con una pluralidad de alimentaciones según lo descrito anteriormente, combinadas en una única parte de construcción. En este caso las alimentaciones pueden colocarse en círculo. Una tercera parte de alimentación tangencial diferente, y opcionalmente también una segunda parte de alimentación axial, pueden conectar con cada primera parte de alimentación radial, aunque también es posible que una pluralidad de primeras partes de alimentación radial conecten con una tercera parte de alimentación tangencial compartida, y opcionalmente también con una segunda parte de alimentación axial compartida. La transición entre las sucesivas partes de alimentación, en particular, aunque no exclusivamente, la transición entre una primera parte de alimentación radial y la segunda parte de alimentación axial, puede estar formada por un canal que tenga al menos una superficie de guía curva. La ventaja de que la primera parte de alimentación se transponga en la tercera parte de alimentación mediante una guía curva es que esta medida también contribuye a la transición uniforme entre la dirección de flujo radial y otra dirección de flujo (axial o directamente tangencial). Esta medida también es ventajosa con respecto a la estabilización del flujo.

Para facilitar además esta transición en la dirección de flujo del medio, la alimentación también puede tener, entre la primera parte de alimentación radial y la tercera parte de alimentación tangencial, una segunda parte de alimentación axial intermedia que se extienda sustancialmente paralela al eje longitudinal del espacio de separación. Por medio de esta medida el número de cambios en la dirección de flujo (y/o el tiempo de retención con el propósito de separación previa) aumenta durante la alimentación, lo que resulta en una mayor medida de separación previa. Adicionalmente esta construcción permite una integración sencilla de la boca de alimentación con el espacio de separación.

La invención también se refiere a un procedimiento para separar una mezcla de medio fluida en al menos dos fracciones con diferentes densidades de masa de acuerdo con la reivindicación 10. En este caso las direcciones en las que se introducen al ciclón estacionario las diferentes fracciones suministradas preferentemente encierran ángulos mutuamente iguales. La mezcla que se va a separar preferentemente tiene, entre las direcciones de flujo radiales iniciales y la dirección de flujo final sustancialmente tangencial, una dirección de flujo que preferentemente es sustancialmente paralela al eje longitudinal del ciclón (en la dirección axial).

Con el propósito de obtener una separación previa óptima es deseable que la mezcla de medio tenga un patrón de flujo sustancialmente laminar durante la etapa A) de procesamiento. En este caso, un patrón de flujo sustancialmente laminar también incluye la zona de transición en la cual el patrón de flujo laminar se transpone en un patrón de flujo (altamente) turbulento (normalmente con un número de Reynolds del orden de magnitud de varios miles), más en particular un patrón de flujo en el cual el número de Reynolds sea menor de 2300, preferentemente menor de 2000, pero aún más deseablemente menos de 1500, 1200 o 1000, respectivamente. Por medio de este procedimiento pueden realizarse las ventajas ya descritas anteriormente con referencia al dispositivo de acuerdo con la invención.

Para obtener un resultado de separación aún mejor, también puede resultar ventajoso que la mezcla de medio se expanda (instantáneamente) durante la alimentación a través de las aberturas de alimentación, por ejemplo que se expanda de tal modo que se creen microburbujas. Este principio funciona si la mezcla de medio está supersaturada al entrar en el ciclón. Las microburbujas que están presentes se adhieren a la fracción más ligera, por lo que aumenta la diferencia efectiva en la densidad másica de las fracciones que se van a separar.

La presente invención se esclarecerá adicionalmente basándose en las realizaciones ejemplares no limitativas, mostradas en las siguientes figuras. En las cuales:

la figura 1 muestra una vista en perspectiva y parcialmente despiezada de un dispositivo de separación de acuerdo con la invención;

45 las figuras 2A y 2B muestran respectivamente una vista en perspectiva y una vista lateral de un elemento de alimentación que forma parte del dispositivo de separación mostrado en la figura 1, integrado con un núcleo de un ciclón; y

la figura 3 es una vista lateral del lado exterior del dispositivo de separación de la figura 1.

La figura 1 muestra un dispositivo de separación 1, también denominado ciclón estático o hidrociclón, con una carcasa 2 en la cual están dispuestas una serie de aberturas de alimentación 3 para una mezcla de medio que se va a procesar. La carcasa 2 del dispositivo 1 de separación encierra un espacio de separación que tiene un eje central (o eje longitudinal) 4 con respecto al cual están posicionadas radialmente las aberturas de alimentación 3. Superficies de guía 5 curvas que conectan con las aberturas de alimentación 3 empujan (axialmente), en una dirección sustancialmente paralela al eje central 4, la mezcla de medio suministrada radialmente a través de las

5 aberturas de alimentación 3. Dispuestos corriente abajo de estas superficies de guía 5, en la dirección del flujo, hay unos elementos de guía 6 curvos que dirigen la mezcla de medio en una dirección más tangencial con respecto a la carcasa 2. Estabilizadores 7 más cortos están colocados entre los elementos de guía 6, como resultado de lo cual puede mantenerse un flujo sustancialmente más laminar, incluso a velocidades de flujo mayores, entre los elementos de guía 6 y los estabilizadores 7.

10 Un núcleo 8 está dispuesto centralmente en la carcasa 2. Los elementos de guía 6 y los estabilizadores 7 conectan tanto con la superficie interior de la carcasa 2 como con el núcleo 8, de tal modo que el medio se transporta de manera forzada entre los elementos de guía 6. Los elementos de guía 6 están formados de tal modo que tengan una curvatura más pronunciada a una mayor distancia de las aberturas de alimentación 3. Una abertura de descarga 9 para la fracción más ligera de la mezcla está dispuesta centralmente en el núcleo 8. A través de la rotación de la mezcla, en particular en la parte estrechada 10 del dispositivo 1 de separación, se desplazará la fracción más ligera hacia una posición cercana al eje central 4, por lo que se puede retirar del dispositivo de separación 1 a través de la abertura 9 de descarga del núcleo 8. La fracción más pesada de la mezcla migrará en la parte estrechada 10 del dispositivo de separación 1 hacia la carcasa 2 y subsiguientemente se descargará del dispositivo de separación 1 a través de la abertura de salida 11. En la realidad la longitud 10 puede ser mucho mayor que la escala a la que se muestra en este caso. También es deseable que $dA/dZ < 0$ o que $dA/dZ \leq 0$ en la zona en la que está situado el núcleo.

20 Las figuras 2A y 2B muestran unas vistas del núcleo 8 de la figura 1 que tiene montado integralmente en el mismo las superficies 5 de guía, los elementos de guía 6 y los estabilizadores 7. Los estabilizadores 7 no tienen por qué estar necesariamente presentes; el dispositivo de separación 1 también podrá funcionar sin estos estabilizadores 7. La transición entre una dirección de flujo radial y un flujo orientado axialmente se produce en una primera zona Z_1 (véase la figura 2B), mientras que el flujo axialmente orientado se convierte en una dirección de flujo sustancialmente tangencial en la segunda zona Z_2 (véase la figura 2B).

25 La figura 3 muestra el dispositivo de separación 1 en el cual se introduce una mezcla de medio que se va a separar a través de las aberturas de alimentación 3 de acuerdo con las flechas P_1 . Una fracción más pesada saldrá del dispositivo de separación 1 por un lado proximal de acuerdo con la flecha P_2 , mientras que la fracción más ligera saldrá del dispositivo de separación 1 por el lado distal de acuerdo con la flecha P_3 . El dispositivo de separación 1 mostrado es particularmente adecuado para su aplicación como separador de agua y aceite. Sin embargo resultará evidente que otras aplicaciones, un dimensionamiento diferente y variantes de realizaciones alternativas también entran dentro del alcance de protección de la presente invención.

30

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo (1) para separar una mezcla de medio fluida en al menos dos fracciones distintas con diferente densidad másica promedio, que comprende:

- 5 - un espacio de separación alargado que es circularmente simétrico en la dirección axial y que está encerrado por una carcasa estacionaria (2), en el cual la carcasa (2) está provista de una alimentación (3) para una mezcla que se va a separar y de al menos dos descargas (9, 11) para descargar al menos dos fracciones con diferente densidad másica, de las cuales la descarga (11) para la fracción pesada está conectada centralmente al espacio de separación, y
- 10 - un medio de rotación (6) situado en el espacio de separación para hacer que la mezcla gire como un vórtice en el espacio de separación,

en el cual la alimentación (3) para una mezcla que se va a separar conecta inicialmente por medio de una primera parte de alimentación con el espacio de separación y se transpone (5) en una tercera parte (Z_2) de alimentación que forma el medio de rotación (6) y desemboca de manera sustancialmente tangencial en el espacio de separación,

15 **caracterizado porque** la primera parte de alimentación conecta de manera sustancialmente radial con la carcasa estacionaria (2) mediante una pluralidad de primeras partes de alimentación (3) que están dispuestas como un número de aberturas de alimentación (3) en la carcasa estacionaria (2) y conectan así con el espacio de separación desde diferentes direcciones radiales.

2.- Dispositivo (1) según lo reivindicado en la reivindicación 1, **caracterizado porque** el número de aberturas de alimentación (3) que forman la pluralidad de primeras partes de alimentación (3) conectan en ángulos mutuamente iguales con la periferia de la carcasa estacionaria (2) del espacio de separación.

3.- Dispositivo (1) según lo reivindicado en las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** la descarga (11) para la fracción pesada conecta centralmente con un área de paso (10) del espacio de separación que disminuye en dirección axial.

4.- Dispositivo (1) según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la tercera parte de alimentación (Z_2) comprende elementos de guía (6) curvos.

5.- Dispositivo (1) según lo reivindicado en la reivindicación 4, **caracterizado porque** un elemento estabilizador (7) curvo está posicionado entre dos elementos de guía (6) curvos adyacentes de la tercera parte de alimentación (Z_2).

6.- Dispositivo (1) según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el diámetro del espacio de separación es menor de 75, 50, 25 o 10 mm.

30 7.- Dispositivo (1) según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** entre la primera parte de alimentación radial y la tercera parte de alimentación (Z_2) tangencial, la alimentación tiene una segunda parte de alimentación axial intermedia que se extiende sustancialmente paralela al eje longitudinal (4) del espacio de separación.

35 8.- Dispositivo (1) según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la primera parte de alimentación se transpone en la tercera parte de alimentación (Z_2) por medio de una guía curva (5).

9.- Dispositivo (1) según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 4 - 8, **caracterizado porque** los elementos de guía (6) curvos de la tercera parte de alimentación (Z_2) conectan con las aberturas de alimentación (3) en la carcasa estacionaria (2).

40 10.- Procedimiento para separar una mezcla de medio fluida en al menos dos fracciones con diferente densidad másica, que comprende las etapas de procesamiento de:

A) introducir una mezcla que se va a separar en un ciclón estacionario de acuerdo con el dispositivo (1) según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 - 9,

B) hacer que la mezcla fluida que se va a separar gire como un vórtice en una carcasa (2) estacionaria, alargada y circularmente simétrica del ciclón, y

45 C) descargar al menos dos fracciones separadas de la carcasa (2) del ciclón estacionario, con lo cual la fracción pesada se descarga centralmente con respecto a la carcasa (2) del ciclón,

caracterizado porque durante la etapa de procesamiento A) la mezcla que se va a separar se suministra al ciclón estacionario en diferentes fracciones desde diferentes direcciones radiales, a través de una pluralidad de primeras

partes de alimentación (3) que están dispuestas como una serie de aberturas de alimentación (3) en la carcasa estacionaria (2).

5 11.- Procedimiento según lo reivindicado en la reivindicación 10, **caracterizado porque** las direcciones en las que se introducen en el ciclón estacionario las diferentes fracciones suministradas a través de una pluralidad de primeras partes de alimentación (3) encierran ángulos mutuamente iguales.

12.- Procedimiento según lo reivindicado en las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado porque** durante la etapa de procesamiento A), entre las direcciones de flujo sustancialmente radiales iniciales y la dirección de flujo sustancialmente tangencial final, la mezcla que se va a separar tiene una dirección de flujo intermedia que es sustancialmente axial (4) al vórtice.

10 13.- Procedimiento según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 10-12, **caracterizado porque** durante la etapa de procesamiento A), el flujo de la mezcla de medio que se va a introducir en el ciclón tiene un patrón de flujo sustancialmente laminar.

14.- Procedimiento según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 10-13, **caracterizado porque** la mezcla de medio se expande (instantáneamente) durante la alimentación al vórtice.

15

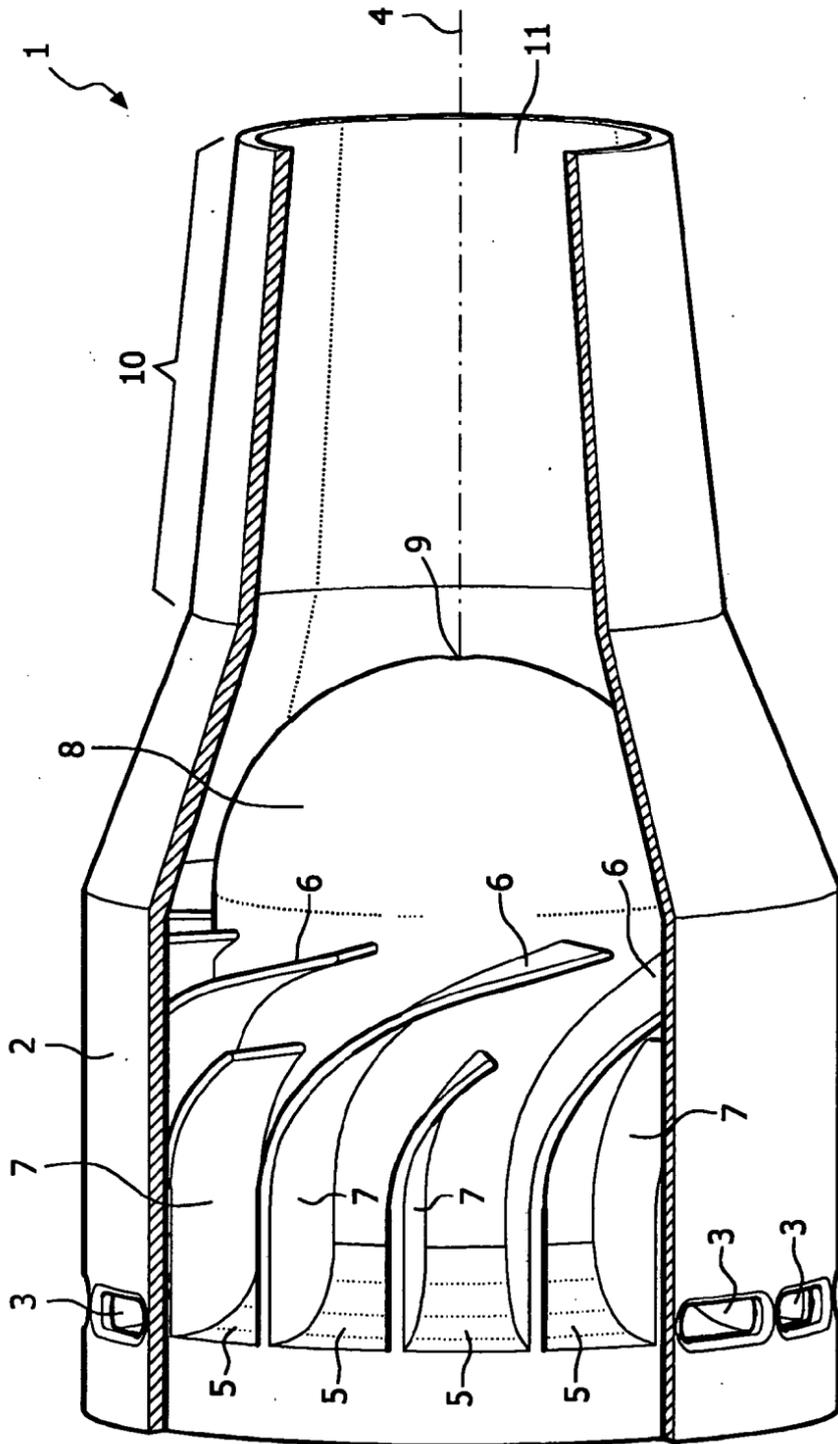


FIG. 1

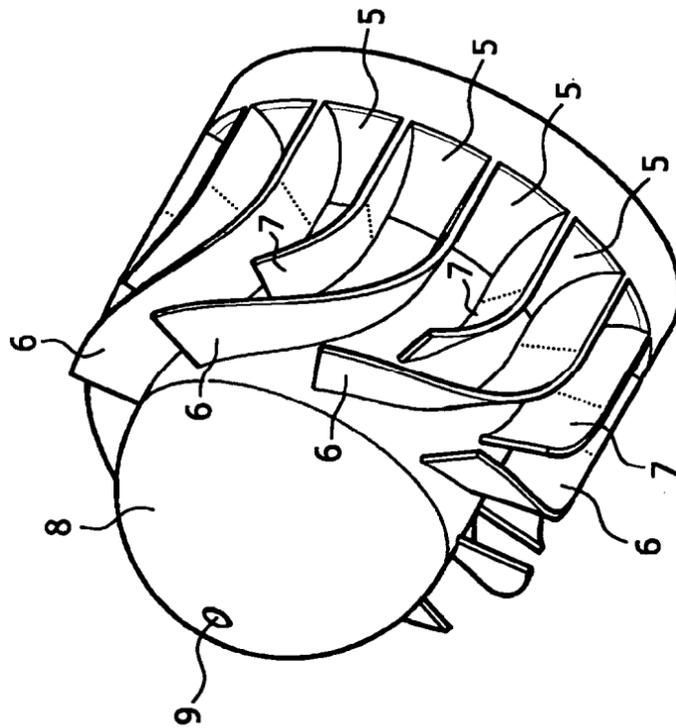


FIG. 2A

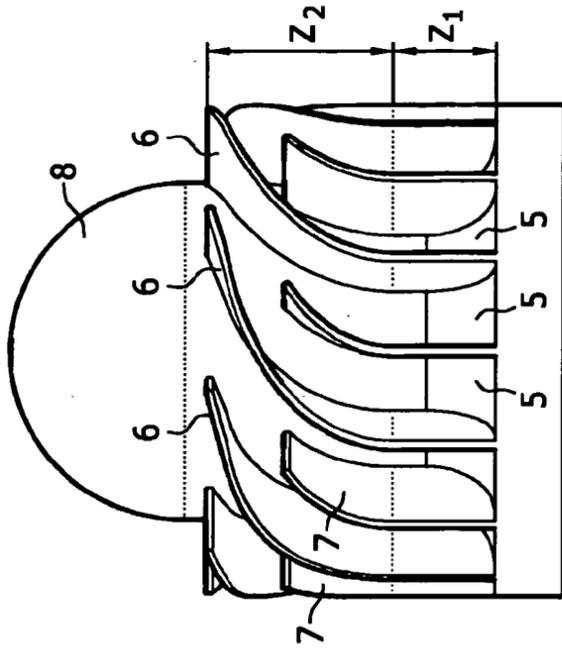


FIG. 2B

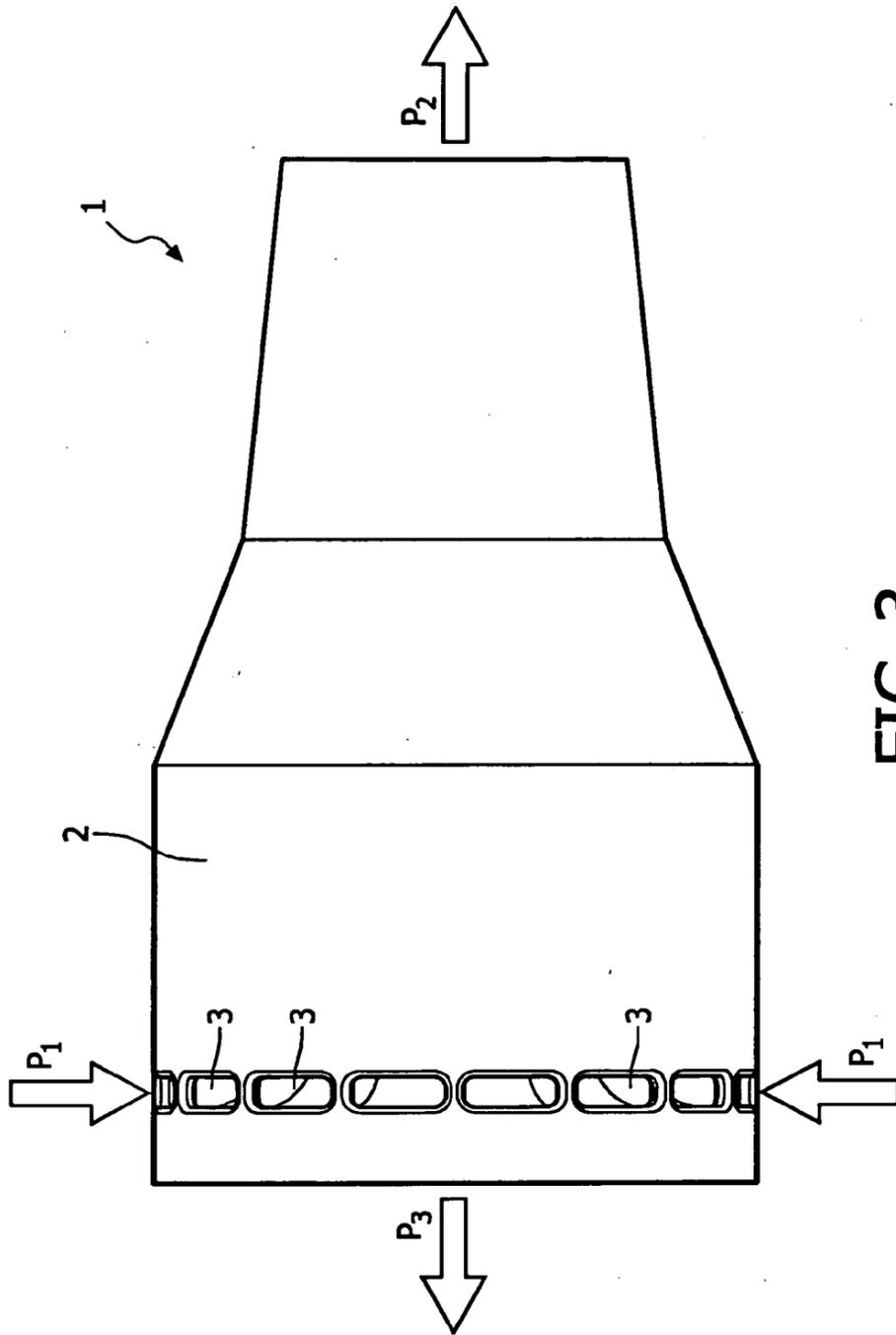


FIG. 3