

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 118**

51 Int. Cl.:

B04C 5/04 (2006.01)

B04C 5/081 (2006.01)

B04C 5/13 (2006.01)

B04C 5/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2010 E 10747140 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.02.2015 EP 2456561**

54 Título: **Ciclón con un conducto de gas puro**

30 Prioridad:

23.07.2009 AT 46509 U

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

02.06.2015

73 Titular/es:

**BINDER + CO AG (100.0%)
Grazer Strasse 19-25
8200 Gleisdorf, AT**

72 Inventor/es:

BRUNNMAIR, ERWIN

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 537 118 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

Ciclón con un conducto de gas puro.

5 Ciclón para la separación de partículas sólidas de una corriente de gas de desecho que comprende una carcasa con una zona de camisa que, al menos por secciones, es preferentemente cilíndrica, una zona de techo y una zona de fondo, así como un orificio de entrada para cargar el ciclón y un conducto de gas de desecho que desemboca en él para la corriente de gas de desecho mezclada con partículas sólidas, así como un orificio de descarga para las partículas sólidas separadas de la corriente de gas de desecho, estando previsto un tubo de inmersión que atraviesa
10 la zona de techo o la zona de fondo y presenta una zona final abierta que penetra en el interior de la carcasa y sirve de orificio de salida de la carcasa para la corriente de gas de desecho purificada, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, así como procedimiento para la separación de partículas sólidas de una corriente de gas de desecho mediante un ciclón, en el que la corriente de gas de desecho transportada en un conducto de gas de desecho y que contiene las partículas sólidas que se han de separar se conduce a través de una carcasa del ciclón
15 y finalmente se evacúa de la carcasa a través del orificio de salida, en el que durante la conducción de la corriente de gas de desecho a través de la carcasa las partículas sólidas lanzadas por fuerzas centrífugas a la pared interior de la carcasa descienden y se evacúan a través de un orificio de evacuación previsto en la carcasa, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 8.

20 Los ciclones para separar sólidos o polvos de una corriente de gas de desecho son bien conocidos en el estado de la técnica.

Un ciclón genérico dado a conocer, por ejemplo, en el documento DE 60117051 comprende una carcasa, por ejemplo de chapa de acero, dispuesta esencialmente en vertical cuyo interior queda delimitado por una zona de
25 camisa esencialmente cilíndrica, una zona de techo y una zona de fondo.

La carcasa presenta un orificio de entrada configurado en forma de orificio en la zona de camisa del ciclón y a través del cual se carga el ciclón, es decir a través del cual se pueden introducir corrientes de gas en el interior del ciclón.

30 La corriente de gas de desecho mezclada con partículas sólidas y que se ha de purificar se transporta al ciclón por un conducto de gas de desecho. El conducto de gas de desecho desemboca en el orificio de entrada. El conducto de gas de desecho y el ciclón normalmente están orientados de tal manera que la alimentación de la corriente de gas de desecho que se ha de purificar se efectúe tangencialmente con respecto a un círculo imaginario concéntrico respecto al eje del ciclón.

35 El orificio de salida del ciclón se configura mediante una zona final abierta de un tubo de inmersión que penetra en el interior de la carcasa y atraviesa la zona de techo o de fondo, según cómo esté situado el ciclón en la posición de funcionamiento. Habitual pero no necesariamente, el ciclón se hace funcionar de manera que el tubo de inmersión esté dispuesto atravesando la zona de techo del ciclón.

40 Mientras la corriente de gas de desecho atraviesa el interior de la carcasa en una trayectoria esencialmente en espiral, las partículas sólidas contenidas en al corriente de gas de desecho son lanzadas por fuerzas centrífugas a la pared interior de la carcasa y caen, por acción de la gravedad, hacia la zona de fondo de la carcasa y, a través de al menos un orificio de descarga, en un recipiente de separación conectado.

45 Las partículas sólidas acumuladas en el recipiente de separación de la carcasa se evacúan posteriormente y se pueden, por ejemplo, briquetear y utilizar ulteriormente como combustible.

50 La creciente conciencia ambiental y el cierre de los ciclos o la recuperación de materias primas exigidos como consecuencia de las optimizaciones técnicas de los procesos suponen mayores requisitos que debe cumplir la técnica de separación industrial.

Además del procedimiento de eliminación de polvo por fuerzas centrífugas en los ciclones descritos se usan en el mercado sobre todo electrofiltros y filtros de bolsa. Estos últimos se caracterizan por un gran poder de eliminación de
55 polvo que, sin embargo, solo se consigue asumiendo elevados costes operativos y energéticos.

Por el contrario, la eliminación de polvo por fuerzas centrífugas o los ciclones presentan un principio de funcionamiento mucho más sencillo y ahorran energía y recursos, lo que debe considerarse una ventaja desde el punto de vista de la técnica de protección del medio ambiente. Sin embargo, la eficacia y el poder de separación que

se pueden alcanzar con los ciclones convencionales a menudo ya no es suficiente para cumplir las normas y los requisitos legales actuales.

5 Una de las principales razones para ello es la generación de un flujo en capa límite que presenta una concentración de partículas sólidas mayor que la corriente de gas de desecho y que se forma en la región de la zona de techo o de fondo del ciclón atravesada por el tubo de inmersión, así como a lo largo de la superficie de la camisa del tubo de inmersión que penetra en el interior del ciclón.

10 Este flujo en capa límite se genera por rozamiento de la corriente de gas de desecho con las zonas descritas. La corriente de gas de desecho, que gira esencialmente en espiral en el interior de la carcasa, prácticamente se detiene en la región del tubo de inmersión, de manera que por el estancamiento resultante se genera el flujo en capa límite no deseado.

15 El sentido y la finalidad del tubo de inmersión residen en impedir que la acumulación de partículas sólidas presente en el flujo en capa límite entren en un orificio de salida de la carcasa dispuesto en la zona de fondo o de techo. Mediante el uso de un tubo de inmersión se desplaza este orificio de salida más hacia el interior del ciclón.

20 Sin embargo, el mezclado turbulento que se produce dentro del ciclón entre el flujo en capa límite y la corriente de gas de desecho purificada evacuada por el orificio de salida provocan, además, una descarga de las partículas sólidas del flujo en capa límite a través del orificio de salida, si bien la descarga es menor que sin el uso de un tubo de inmersión.

25 En otras palabras, el flujo en capa límite generado provoca la descarga de partículas sólidas a través de la corriente de gas de desecho purificada, lo que influye negativamente en el poder de separación del ciclón.

30 Se han propuesto ya medidas para reducir el contenido de polvo en el flujo en capa límite que se genera dentro del ciclón o para destruir el flujo en capa límite, cuyos resultados, sin embargo, no fueron satisfactorios. Así, por ejemplo, se realizaron experimentos para aspirar la capa límite cargada con partículas sólidas y conducirla de vuelta al interior del ciclón en un punto de la carcasa alejado del orificio de salida.

35 Asimismo es conocido que se puede insuflar aire puro en el interior del ciclón mediante toberas dispuestas en la zona de techo de la carcasa del ciclón y arremolinar de este modo el flujo en capa límite.

Los remolinos generados al tratar de combatir la capa límite provocan, sin embargo, un efecto contraproducente en cuanto a la separación de las partículas sólidas.

40 En este contexto también hay que considerar el documento FR 2281791 A, que da a conocer un ciclón con un dispositivo de alimentación para aire acelerado dispuesto en o adyacente al punto de admisión para destruir el flujo en capa límite.

El documento DE 2925245 A1 da a conocer un ciclón con un tornillo sin fin que comprende dos rebordes en espiral, cargándose el primer reborde en espiral con una corriente de gas de desecho y el segundo reborde en espiral con gas puro. El gas puro se introduce en el ciclón por separado de la corriente de gas de desecho.

45 El documento DE 4217016 A1 da a conocer un tubo de inmersión para ciclones. No se da a conocer que esté previsto un conducto para gas puro.

50 El documento DE 4313337 A1 da a conocer un ciclón con un canal de afluencia inclinado contra su eje de simetría. No se da a conocer la alimentación de gas puro.

La presente invención se basa en el objetivo de evitar los inconvenientes de los ciclones convencionales y permitir mejorar la separación de las partículas sólidas de una corriente de gas de desecho contaminada con partículas sólidas e introducida en un ciclón tomando medidas para combatir el flujo en capa límite que presenta una mayor concentración de partículas sólidas.

55 Este objetivo se alcanza de acuerdo con la invención mediante un dispositivo con las partes caracterizadoras de la reivindicación 1 y un procedimiento con las partes caracterizadoras de la reivindicación 9. Un ciclón genérico para la separación de partículas sólidas de una corriente de gas de desecho comprende una carcasa con una zona de camisa que, al menos por secciones, es preferentemente cilíndrica, una zona de techo y una zona de fondo, así

como un orificio de entrada para cargar el ciclón y un conducto de gas de desecho que desemboca en él para la corriente de gas de desecho mezclada con partículas sólidas, así como un orificio de descarga para las partículas sólidas separadas de la corriente de gas de desecho, estando previsto un tubo de inmersión que atraviesa la zona de techo o la zona de fondo y presenta una zona final abierta que penetra en el interior de la carcasa y sirve de orificio de salida de la carcasa para la corriente de gas de desecho purificada. De acuerdo con la invención, está previsto al menos un conducto para gas puro que sirve para alimentar gas puro y que o bien desemboca, visto en dirección de flujo de la corriente de gas de desecho, delante del orificio de entrada en una zona de empalme prevista en el conducto de gas de desecho o bien desemboca directamente en el orificio de entrada y dicho gas puro se alimenta en una sección de la pared interior de la carcasa en la que, en ausencia de la alimentación del gas puro, se generaría un flujo en capa límite con una concentración de partículas sólidas aumentada con respecto a la corriente de gas de desecho mezclada con partículas sólidas.

Por orificio de entrada se entiende un orificio en la zona de camisa del ciclón a través del cual pueden penetrar corrientes de gas en el interior del ciclón.

Por gas puro se entiende en este contexto un fluido que presenta una pureza mayor o una proporción menor de partículas sólidas que la corriente de gas de desecho que se ha de purificar mediante el ciclón. Como gas puro se usa preferentemente aire ambiente.

De acuerdo con la invención, el gas puro se usa para sustituir el flujo en capa límite que presenta una concentración aumentada de partículas sólidas y ejerce una influencia negativa sobre el grado de separación alcanzable, o, en otras palabras, se alimenta gas puro en aquella sección de pared interior dentro del ciclón en la que, en condiciones normales, se generaría el flujo en capa límite cargado con partículas sólidas, de manera que se forme el flujo en capa límite únicamente con gas puro o con una alta proporción de gas puro pero sin o con una baja concentración de partículas sólidas.

Es esencial no insuflar el gas puro directamente en la capa límite sino introducir el gas puro en el ciclón de tal manera que la corriente de gas de desecho se vea afectada lo menos posible, es decir, se deja que el gas puro forme, por así decirlo, parte de la corriente de gas de desecho pero sin provocar un mezclado. Esto solo se consigue si el gas puro se adapta a tiempo al comportamiento de flujo de la corriente de gas de desecho en lo que a la dirección de flujo y la velocidad de flujo se refiere, y la introducción de la corriente de gas puro en la corriente de gas de desecho se lleva a cabo a ser posible sin turbulencias de manera que se puedan introducir en el ciclón ambas corrientes de forma prácticamente laminar y una junto a la otra.

De acuerdo con la invención es necesario, por tanto, introducir la corriente de gas puro directamente en el orificio de entrada o, preferentemente, añadirla a la corriente de gas de desecho ya delante del orificio de entrada. Cuanto antes pueda adaptarse el gas puro a las propiedades de flujo de la corriente de gas de desecho, tanto mejor se podrá alimentar el gas puro en aquella sección de pared interior del ciclón en la que, en el caso normal, se generaría el flujo en capa límite de efecto negativo que presenta una concentración aumentada de partículas sólidas.

En el caso de esta sección de pared interior se trata, de acuerdo con la invención, de aquella superficie interior del ciclón formada por la zona de techo o de fondo atravesada por el tubo de inmersión y la camisa del tubo de inmersión adyacente que penetra en el interior de la carcasa. En caso de que el conducto de gas puro desemboque en el conducto de gas de desecho delante del orificio de entrada está previsto, de acuerdo con una variante especialmente preferida de la invención, que la zona de empalme para el conducto de gas puro esté dispuesta en aquella mitad de la sección transversal del conducto de gas de desecho que, siguiendo la línea de visión del eje longitudinal del conducto de gas de desecho, esté más próxima a la sección de la carcasa que es atravesada por el tubo de inmersión.

De este modo se ofrece la posibilidad de dejar que el gas puro sea arrastrado por la corriente de gas de desecho, minimizando al mismo tiempo la distancia que tiene que recorrer el gas puro hasta la sección de pared interior antes descrita.

De acuerdo con otra variante de realización preferida de la invención, puede estar previsto adicionalmente disponer en la zona del orificio de entrada de la carcasa y/o en la zona de empalme del conducto de gas puro con el conducto de gas de desecho un dispositivo de guía que conduzca el gas puro en dirección a la sección de pared interior antes descrita.

Cabe señalar en principio que no es absolutamente necesario prever dispositivos de guía para guiar el gas puro hacia

la sección de pared interior antes descrita, puesto que el experto, conociendo las condiciones de flujo de la corriente de gas de desecho, se puede encargar de que el gas puro se alimente en la sección de pared interior antes descrita eligiendo con habilidad la posición de la zona de empalme así como eligiendo la velocidad de flujo y la dirección de flujo con la que el gas puro se introduce bien directamente en el ciclón a través del orificio de entrada o bien en el
5 conducto de gas de desecho a través de la zona de empalme.

En una variante de realización de la invención especialmente ventajosa desde el punto de vista de la técnica de producción y la reotecnia está previsto que el conducto de gas puro forme, al menos por secciones, una parte de la sección transversal del conducto de gas de desecho y éste esté configurado en forma de elemento de pozo, estando
10 dispuesta dentro del elemento de pozo al menos una pared de separación que separa el gas puro de la corriente de gas de desecho.

En este caso se prefiere especialmente una variante de realización en la que la al menos una pared de separación discurre, al menos por secciones, en paralelo a un eje longitudinal del elemento de pozo que discurre
15 preferentemente en horizontal. El elemento de pozo presenta preferentemente una sección transversal rectangular, estando realizada la pared de separación en forma de placa cuyos bordes laterales lindan con dos paredes laterales del elemento de pozo que discurren esencialmente en vertical.

De acuerdo con otra variante de realización preferida de la invención está previsto que la zona de techo o la zona de fondo de la carcasa del ciclón engrase con una pared lateral del conducto de gas de desecho o del conducto de gas
20 puro.

De este modo queda garantizado que el gas puro, o una gran parte del gas puro introducido, sea conducido a lo largo de la pared lateral directamente a la zona de pared interior antes descrita del ciclón y pueda formar allí el flujo
25 en capa límite.

La reivindicación 8 se dirige a un procedimiento para la separación de partículas sólidas de una corriente de gas de desecho mediante un ciclón, en el que la corriente de gas de desecho transportada en un conducto de gas de desecho y que contiene partículas sólidas que se han de separar se conduce a través de la carcasa del ciclón y
30 finalmente se evacúa de la carcasa a través de un orificio de salida, en el que durante la conducción de la corriente de gas de desecho a través de la carcasa las partículas sólidas lanzadas por fuerzas centrífugas a la pared interior de la carcasa descienden y se evacúan a través de un orificio de evacuación previsto en la carcasa. De acuerdo con la invención está previsto que en la corriente de gas de desecho transportada en el conducto de gas de desecho y
35 puro que posteriormente se alimenta en una sección de pared interior de la carcasa en la que, en ausencia de la alimentación del gas puro, se generaría un flujo en capa límite con una concentración de partículas sólidas aumentada en comparación con la corriente de gas de desecho mezclada con partículas sólidas.

Las ventajas logradas con ello son análogas a las ventajas ya mencionadas en relación con las reivindicaciones del
40 dispositivo.

Para conseguir un arremolinamiento lo más reducido posible de la corriente de gas puro con la corriente de gas de desecho contaminada conducida por el conducto de gas de desecho se prevé, en una variante preferida del procedimiento, que antes de entrar en la carcasa del ciclón el gas puro se conduzca, al menos por secciones,
45 esencialmente en paralelo a la dirección de flujo de la corriente de gas de desecho.

De acuerdo con otra variante preferida del procedimiento, el gas puro se introduce en la carcasa esencialmente de forma tangencial. De este modo, la corriente de gas puro entra en la carcasa fluyendo esencialmente en espiral, lo que resulta ventajoso desde el punto de vista de la reotecnia.
50

De acuerdo con la invención, el gas puro se puede o bien insuflar o bien aspirar mediante un soplador, según dónde esté dispuesto el soplador.

La eliminación de polvo resulta especialmente rentable cuando, de acuerdo con una variante de realización preferida del procedimiento de acuerdo con la invención, la cantidad de gas puro alimentada en la corriente de gas de desecho se encuentra entre el 1 y el 5%, preferentemente entre el 2 y el 3% (porcentaje en volumen) del caudal volumétrico de gas que entra en el ciclón.
55

De acuerdo con otra variante de realización preferida de la invención está previsto que la temperatura del gas puro

sea menor que la temperatura de la corriente de gas de desecho, lo que también reduce la carga térmica del tubo de inmersión, pudiéndose prolongar así su vida útil.

Una variante de realización especialmente preferida de la invención prevé que en la zona de entrada en el ciclón la velocidad de flujo del gas puro se encuentre entre el 80% y el 120%, preferentemente entre el 90% y el 110%, de la velocidad de flujo de la corriente de gas de desecho. En estas condiciones, el flujo en capa límite generado se compone casi exclusivamente de gas puro.

La invención se explicará ahora con más detalle mediante un ejemplo de realización. Muestran:

10

La fig. 1 una representación en corte vertical esquemática de un ciclón de acuerdo con la invención,

la fig. 2 una representación en corte horizontal de una variante de realización de un ciclón de acuerdo con la invención a lo largo de la línea de corte A-A de la fig. 1,

15

la fig. 3 una representación en corte vertical esquemática de una variante de realización alternativa de un ciclón de acuerdo con la invención,

la fig. 4 una representación en corte horizontal de una variante de realización alternativa de un ciclón de acuerdo con la invención a lo largo de la línea de corte A-A de la fig. 3,

20

la fig. 5 una representación en corte horizontal de una variante de realización alternativa de un ciclón de acuerdo con la invención a lo largo de la línea de corte A-A de la fig. 3.

25 La fig. 1 muestra una primera variante de realización de un ciclón 1 de acuerdo con la invención que comprende una carcasa 2 dispuesta esencialmente en vertical y fabricada en chapa de acero, con una zona de camisa 2a esencialmente cilíndrica o tubular que está delimitada en su lado frontal superior por una zona de techo 2b y en su lado frontal inferior por una zona de fondo 2c.

30 La carcasa 2 presenta, en una sección de la zona de camisa 2a adyacente a la zona de techo 2b, un orificio de entrada 3 a través del cual se puede cargar el interior 15 del ciclón 1 con una corriente de gas de desecho 6. En el presente ejemplo de realización desemboca en el orificio de entrada 3 un conducto de gas de desecho 5 en forma de pozo que discurre esencialmente en horizontal para una corriente de gas de desecho 6 que se ha de purificar. La corriente de gas de desecho 6 que penetra en la carcasa 2 del ciclón 1 está contaminada y comprende una cierta cantidad de sólidos como, por ejemplo, partículas de polvo o de hollín.

35

En este punto cabe señalar que por razones técnicas de producción la zona de camisa 2a o una sección de la misma también puede formar parte física del conducto de gas de desecho 5, como se indica a modo de ejemplo en la fig. 1 mediante las líneas 2c', de modo que una sección de la zona de camisa 2a y el conducto de gas de desecho 5 también se pueden fabricar en una sola pieza. Sin embargo, en el sentido de la presente invención, en una variante de realización de este tipo también se considera la zona de camisa 2a o la sección de la misma como perteneciente al ciclón y el orificio de entrada 3 se define como orificio en esta zona de camisa 2a.

40

Las fig. 2, fig. 4 y fig. 5 muestran orificios de entrada 3 que presentan diferentes geometrías (dibujadas con líneas discontinuas). En una variante de realización preferida de la invención se considera como orificio de entrada 3 aquel plano transversal del conducto de gas de desecho 5 designado con 3a en las figs. 2, 4 y 5. Se trata del último plano transversal 3a completo del conducto de gas de desecho 5 que discurre en perpendicular al eje longitudinal 16 del conducto de gas de desecho 5. Puesto que una condición previa fundamental para el desplazamiento del flujo en capa límite que presenta una mayor concentración de partículas sólidas por un flujo en capa límite menos cargado consiste en una adaptación a tiempo del flujo de gas puro al flujo de gas de desecho, en la mayoría de los casos es necesario que esta adaptación se efectúe ya en el conducto de gas de desecho 5.

50

El interior 15 de la carcasa 2, rodeado por la zona de camisa 2a, la zona de techo 2b y la zona de fondo 2c, sirve de cámara de expansión para la corriente de gas de desecho 6 que sale del conducto de gas de desecho 5.

55

El orificio de entrada 3 y/o el conducto de gas de desecho 5 están dispuestos de tal manera que se produzca un flujo esencialmente tangencial de la corriente de gas de desecho 6 hacia la sección transversal esencialmente cilíndrica de la carcasa 2. El eje longitudinal 16 esencialmente horizontal del conducto de gas de desecho 5 discurre, pues, desplazado y está dispuesto en un plano normal con respecto a un eje longitudinal 16 esencialmente vertical de la

carcasa 2.

La carcasa 2 del ciclón 1 presenta además un orificio de salida 4 a través del cual se vuelve a evacuar la corriente de gas de desecho 6' conducida esencialmente en espiral a través del interior 15 de la carcasa 2 y purificada durante ese proceso. El orificio de salida 4 está formado por un tubo de inmersión 9 esencialmente cilíndrico que penetra con una zona final 9a abierta en el interior 15 de la carcasa 2. Como se puede apreciar en la fig. 1, está dispuesto, en la cara exterior de la zona de techo de la carcasa 2b, un elemento de descarga 18. El elemento de descarga 18 conectado a un tubo de transporte no representado desvía la corriente de gas de desecho purificada 6' que fluye en dirección vertical a través del tubo de inmersión 9 hacia, por ejemplo, una dirección horizontal.

Las partículas sólidas lanzadas por fuerzas centrífugas a la pared interior de la carcasa 2 se recogen en la zona de fondo 2c de la carcasa 2 y se evacúan a través de un orificio de descarga 11, por ejemplo en forma de un paso anular, a un recipiente de separación 22 conectado, desde donde se puede proceder a su reutilización.

Para fomentar un flujo a ser posible exento de turbulencias de la corriente de gas de desecho 6 a través del interior 15 de la carcasa 2 está previsto preferente pero no obligatoriamente un tubo guía 10 cilíndrico que discurre coaxialmente respecto al eje longitudinal 14 del ciclón y que se extiende desde la zona de fondo 2c hasta la zona de techo 2b.

El transporte de la corriente de gas de desecho 6 se puede efectuar bien mediante un soplador de aspiración no representado, conectado a continuación o bien mediante un compresor no representado, conectado delante.

En el presente ejemplo de realización, el tubo de inmersión 9 atraviesa la zona de techo 2b de la carcasa 2.

En la zona de techo 2b, así como en la zona de la superficie de la camisa del tubo de inmersión 9, se genera, condicionado por la reotecnia, un flujo en capa límite 17 que presenta una concentración de partículas sólidas aumentada en comparación con la corriente de gas de desecho 6 mezclada con partículas sólidas. Para simplificar, estas zonas de la sección de pared interior en las que se genera el flujo en capa límite 17 se designan con 21. En la fig. 1 se representa el flujo en capa límite 17 esquemáticamente en forma del flujo másico absoluto 17a; la fig. 3 muestra la dirección de desplazamiento real 17b del flujo en capa límite 17 generado.

Como se representa esquemáticamente en la fig. 1, las turbulencias en el interior 15 del ciclón hacen que las partículas sólidas presentes de forma concentrada en el flujo en capa límite 17 sean transportadas al orificio de entrada 4 y vuelvan a contaminar la corriente de gas de desecho purificada 6'.

De acuerdo con la invención está previsto, por tanto, al menos un conducto de gas puro 8 que lleva gas puro 12 y desemboca en una zona de empalme 7 del conducto de gas de desecho 5 antepuesta al orificio de entrada 3 de la carcasa 2 y, con ello, en el interior del conducto de gas de desecho 5. Como gas puro 12 se usa preferentemente aire.

El gas puro 12 se alimenta a continuación en la sección de pared interior 21 de la carcasa 2 en la que, en ausencia de la alimentación del gas puro 12, se generaría el flujo en capa límite 17 con una concentración de partículas sólidas aumentada en comparación con la corriente de gas de desecho 6 mezclada con partículas sólidas.

La alimentación en la sección de pared interior 21 deseada se puede llevar a cabo de diferentes maneras.

Así, por ejemplo, eligiendo la velocidad de flujo del gas puro y eligiendo el ángulo 22 entre el eje 16 del conducto de gas de desecho y el eje del conducto de gas puro se puede conseguir que el gas puro sea arrastrado por la corriente de gas de desecho de tal manera que sea transportado a la sección de pared interior 21 deseada.

Como alternativa también pueden estar previstos dispositivos de guía 13 (no dibujados) que provocan una desviación correspondiente del gas puro.

Como se puede apreciar en la fig. 1, la zona de empalme 7 para el conducto de gas puro 8 está dispuesta en aquella mitad de la sección transversal del conducto de gas de desecho 5 que, siguiendo la línea de visión del eje longitudinal 16 del conducto de gas de desecho 5, está más próxima a la sección de la carcasa 2 que es atravesada por el tubo de inmersión 9, en el caso del ejemplo de realización según la fig. 1 la zona de techo 2b.

La fig. 3 muestra una variante de realización especialmente preferida de un ciclón de acuerdo con la invención,

según la cual el conducto de gas puro 8 forma por secciones una parte de la sección transversal del conducto de gas de desecho 5. En este ejemplo de realización, el conducto de gas de desecho 5 está configurado en forma de pozo 20 dentro del cual está prevista una pared de separación 19 que separa el gas puro 12 de la corriente de gas de desecho 6.

5

La pared de separación 19 termina delante del orificio de entrada 3, aunque también se puede configurar de forma que discurra hasta el orificio de entrada 3 de manera que en este caso el gas puro se alimentaría en la corriente de gas de desecho a la entrada y no delante de la entrada a la carcasa 2 del ciclón 1. La pared de separación 19 discurre preferentemente en horizontal y en paralelo a la pared del elemento de pozo 20 o en paralelo a la dirección de flujo de la corriente de gas de desecho 6. Puesto que el elemento de pozo 20 presenta, según la fig. 1, una sección transversal rectangular, la pared de separación 19 está realizada en forma de placa cuyos bordes laterales lindan de forma hermetizante con dos paredes laterales del elemento de pozo 20 que discurren esencialmente en vertical.

10

15 En la variante de realización mostrada en la fig. 3, la zona de techo 2b y una pared lateral del conducto de gas de desecho 5 forman un plano continuo, lo que facilita la generación del flujo en capa límite por el gas puro.

Para lograr una adaptación lo más óptima posible de la corriente de gas puro 12 a la corriente de gas de desecho 6 está previsto que la corriente de gas puro 12 se conduzca, justo antes de su entrada en la carcasa 2, esencialmente en paralelo a la dirección de flujo de la corriente de gas de desecho 6.

20

En los presentes ejemplos de realización, el gas puro 12 se alimenta en el ciclón 1 esencialmente de forma tangencial.

25 Los experimentos han mostrado que se produce una eliminación óptima de polvo de la corriente de gas 6 cuando la cantidad de gas puro alimentada en la corriente de gas de desecho 6 se encuentra entre el 1 y el 5%, preferentemente entre el 2 y el 3%, del caudal volumétrico de gas introducido en la carcasa 2.

La generación de la corriente en capa límite por el gas puro es especialmente óptima cuando la velocidad de flujo del gas puro 12 asciende en la zona de entrada, es decir en la zona del orificio de entrada 3 del ciclón, se encuentra entre el 80% y el 120%, preferentemente entre el 90% y el 110% de la velocidad de flujo de la corriente de gas de desecho 6.

30

Lista de símbolos de referencia

35

1	Ciclón
2	Carcasa
2a	Zona de camisa
2b	Zona de techo
40 2c	Zona de fondo
2c'	Componente del conducto de gas de desecho
3	Orificio de entrada
3a	Última sección transversal completa del conducto de gas de desecho perpendicular al eje longitudinal del conducto de gas de desecho
45 4	Orificio de salida
5	Conducto de alimentación
6	Corriente de gas de desecho (sin purificar)
6'	Corriente de gas de desecho (purificada)
7	Zona de empalme en la que la corriente de gas puro desemboca en el conducto de gas de desecho
50 8	Conducto de gas puro
9	Tubo de inmersión
10	Tubo guía
11	Orificio de descarga (para partículas sólidas)
12	Corriente de gas puro
55 14	Eje longitudinal de la carcasa 2
15	Interior de la carcasa 2
16	Eje longitudinal del conducto de gas de desecho
17	Flujo en capa límite
17a	Representación esquemática del caudal másico absoluto del flujo en capa límite

ES 2 537 118 T3

17b	Dirección de desplazamiento del flujo en capa límite
18	Elemento de descarga para la corriente de gas de desecho purificada 6'
19	Pared de separación
20	Elemento de pozo
5 21	Sección de pared interior de la carcasa 2
22	Ángulo entre el eje del conducto de gas de desecho y el eje del conducto de gas puro

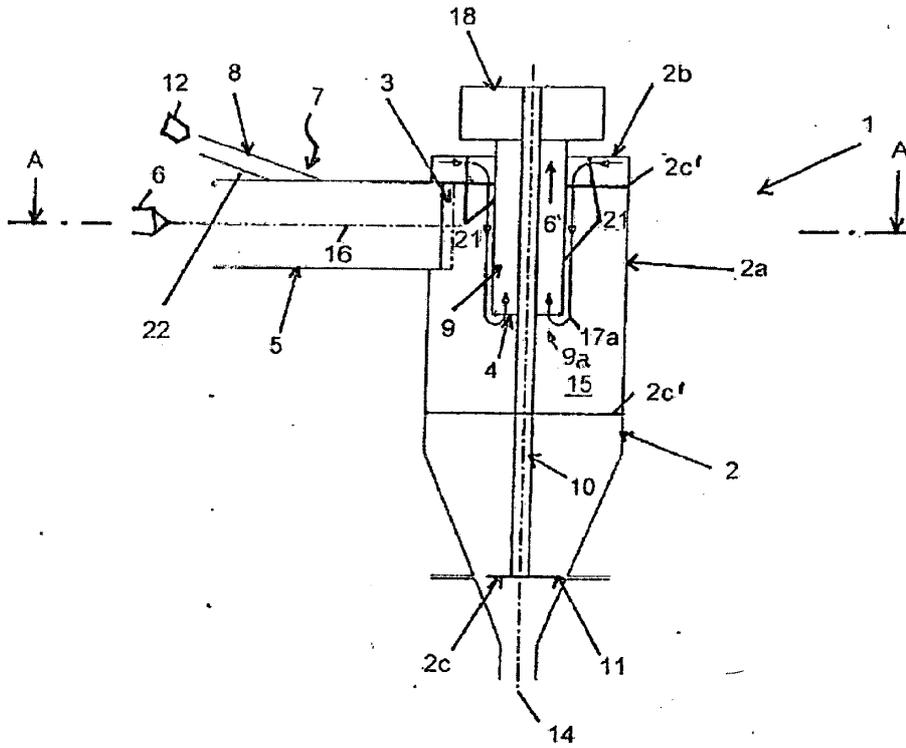
REIVINDICACIONES

1. Ciclón (1) para la separación de partículas sólidas de una corriente de gas de desecho (6) que comprende una carcasa (2) con una zona de camisa (2a) que, al menos por secciones, es preferentemente cilíndrica, una zona de techo (2b) y una zona de fondo (2c), así como un orificio de entrada (3) para cargar el ciclón y un conducto de gas de desecho (5) que desemboca en él para la corriente de gas de desecho (6) mezclada con partículas sólidas, así como un orificio de descarga (11) para las partículas sólidas separadas de la corriente de gas de desecho (6), estando previsto un tubo de inmersión (9) que atraviesa la zona de techo (2b) o la zona de fondo (2c) y presenta una zona final abierta (9a) que penetra en el interior (15) de la carcasa (2) y sirve de orificio de salida (4) de la carcasa (2) para la corriente de gas de desecho purificada (6'), estando previsto al menos un conducto de gas puro (8) que sirve para la alimentación de gas puro (12) y que o bien desemboca, visto en dirección de flujo de la corriente de gas de desecho, delante del orificio de entrada (3) en una zona de empalme (7) prevista en el conducto de gas de desecho (5) o bien desemboca directamente en el orificio de entrada (3) y dicho gas puro (12) se alimenta en una sección de pared interior (21) de la carcasa (2) en la que, en ausencia de la alimentación del gas puro (12), se generaría un flujo en capa límite con una concentración de partículas sólidas aumentada con respecto a la corriente de gas de desecho (6) mezclada con partículas sólidas, **caracterizado porque** la zona de techo (2b) o la zona de fondo (2c) enrasa con una pared lateral del conducto de gas de desecho (5) para garantizar la generación de un flujo en capa límite de gas puro en la sección de pared interior (21) que sustituya el flujo en capa límite que presenta una concentración mayor de partículas sólidas.
2. Ciclón (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** en el caso de la sección de pared interior (21) de la carcasa (2) se trata de aquella superficie interior del ciclón (1) formada por la zona de techo o de fondo (2b, 2c) atravesada por el tubo de inmersión y la camisa del tubo de inmersión (9) adyacente que penetra en el interior (15) de la carcasa (2).
3. Ciclón (1) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la zona de empalme (7) para el conducto de gas puro (8) está dispuesta en aquella mitad de la sección transversal del conducto de gas de desecho (5) que, siguiendo la línea de visión del eje longitudinal (16) del conducto de gas de desecho (5), está más próxima a la sección de la carcasa (2) que es atravesada por el tubo de inmersión (9).
4. Ciclón según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** en la zona del orificio de entrada (3) de la carcasa (2) y/o en la zona de empalme (7) está previsto un dispositivo de guía (13) mediante el cual se puede guiar el gas puro (12) conducido por el conducto de gas de desecho (5) en dirección a la sección de pared interior (21).
5. Ciclón (1) según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el conducto de gas puro (8) forma, al menos por secciones, una parte de la sección transversal del conducto de gas de desecho (5) y éste está configurado en forma de elemento de pozo (20), estando dispuesta dentro del elemento de pozo (20) al menos una pared de separación (19) que separa el gas puro (12) de la corriente de gas de desecho (6).
6. Ciclón (1) según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la al menos una pared de separación (19) discurre, al menos por secciones, en paralelo a un eje longitudinal (16) del elemento de pozo (20), presentando el elemento de pozo (20) preferentemente una sección transversal rectangular y estando realizada la pared de separación (19) en forma de placa cuyos bordes laterales lindan con dos paredes laterales del elemento de pozo (20) que discurren esencialmente en vertical.
7. Ciclón 1 según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** su zona de techo (2b) o zona de fondo (2c) enrasa con una pared lateral del conducto de gas puro (8).
8. Procedimiento para la separación de partículas sólidas de una corriente de gas de desecho (6) mediante un ciclón (1), en el que la corriente de gas de desecho (6) transportada en un conducto de gas de desecho (5) y que contiene partículas sólidas que se han de separar se conduce a través de una carcasa (2) del ciclón (1) y finalmente se evacúa de la carcasa (2) a través de un orificio de salida (4), y en el que durante la conducción de la corriente de gas de desecho (6) a través de la carcasa (2) las partículas sólidas lanzadas por fuerzas centrífugas a la pared interior de la carcasa (2) descienden y se evacúan a través de un orificio de evacuación (11) previsto en la carcasa (2) y en el que en la corriente de gas de desecho (6) transportada en el conducto de gas de desecho (5) y que contiene las partículas sólidas que se han de separar se alimenta, antes o durante la entrada en la carcasa (2), gas puro (12) que posteriormente se alimenta en una sección de pared interior (21) de la carcasa (2) en la que, en ausencia de la alimentación del gas puro, se generaría un flujo en capa límite con una concentración de partículas

sólidas aumentada en comparación con la corriente de gas de desecho (6) mezclada con partículas sólidas, **caracterizado porque** el gas puro se adapta al comportamiento de flujo de la corriente de gas de desecho (6) en lo que a la dirección de flujo y la velocidad de flujo se refiere, generándose en la sección de pared interior (21) una corriente en capa límite de gas puro que sustituye el flujo en capa límite que presenta una mayor concentración de partículas sólidas.

- 5
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado porque** antes de la entrada en la carcasa (2) el gas puro (12) se conduce, al menos por secciones, esencialmente en paralelo a la dirección de flujo de la corriente de gas de desecho (6).
- 10
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado porque** el gas puro (12) se introduce esencialmente de forma tangencial en la carcasa (2) del ciclón.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado porque** el gas puro (12) se
- 15 insufla.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado porque** el gas puro (12) se aspira mediante un dispositivo de aspiración conectado a continuación del ciclón (1).
- 20
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 12, **caracterizado porque** la cantidad alimentada de gas puro (12) se encuentra entre el 1 y el 5%, preferentemente entre el 2 y el 3% (porcentaje en volumen) de la corriente de gas de desecho (6) que entra en la carcasa (2) y que contiene las partículas sólidas que se han de separar.
- 25
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 13, **caracterizado porque** como gas puro (12) se usa aire.
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 14, **caracterizado porque** la temperatura del gas puro (12) es menor que la temperatura de la corriente de gas de desecho (6).
- 30
16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 15, **caracterizado porque** la velocidad de flujo del gas puro (12) en la zona de entrada en el ciclón se encuentra entre el 80% y el 120%, preferentemente entre el 90% y el 110%, de la velocidad de flujo de la corriente de gas de desecho (6).

FIG. 1 .



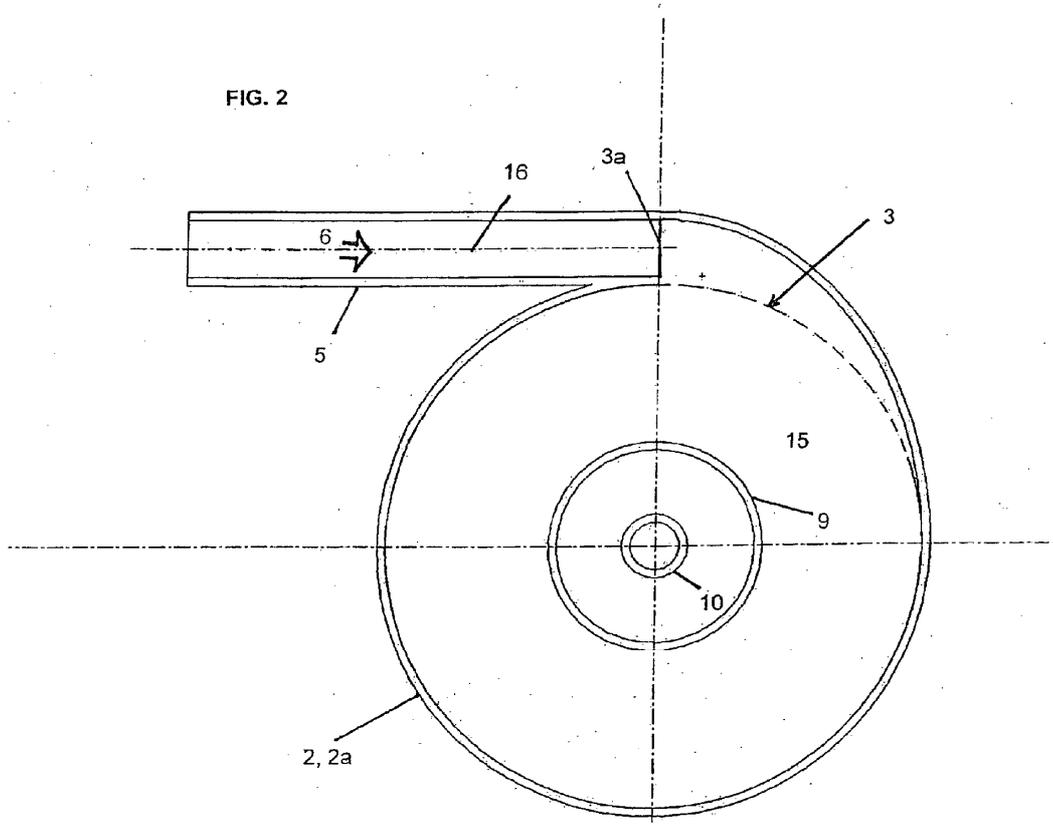


FIG. 3

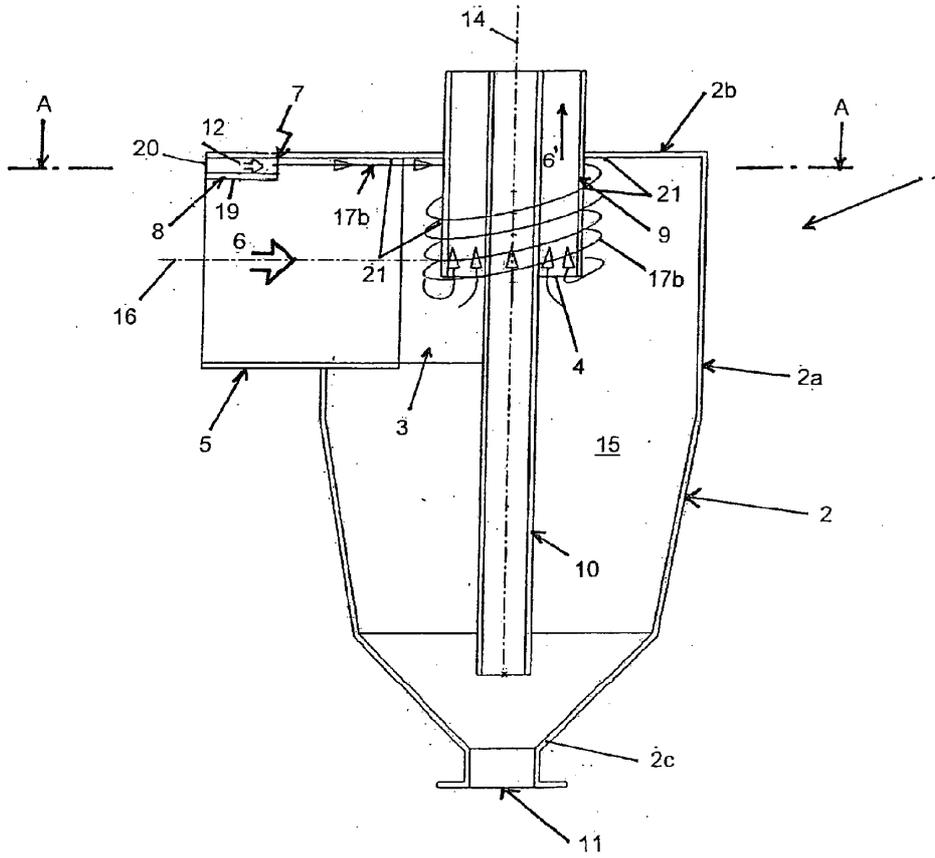


FIG. 4

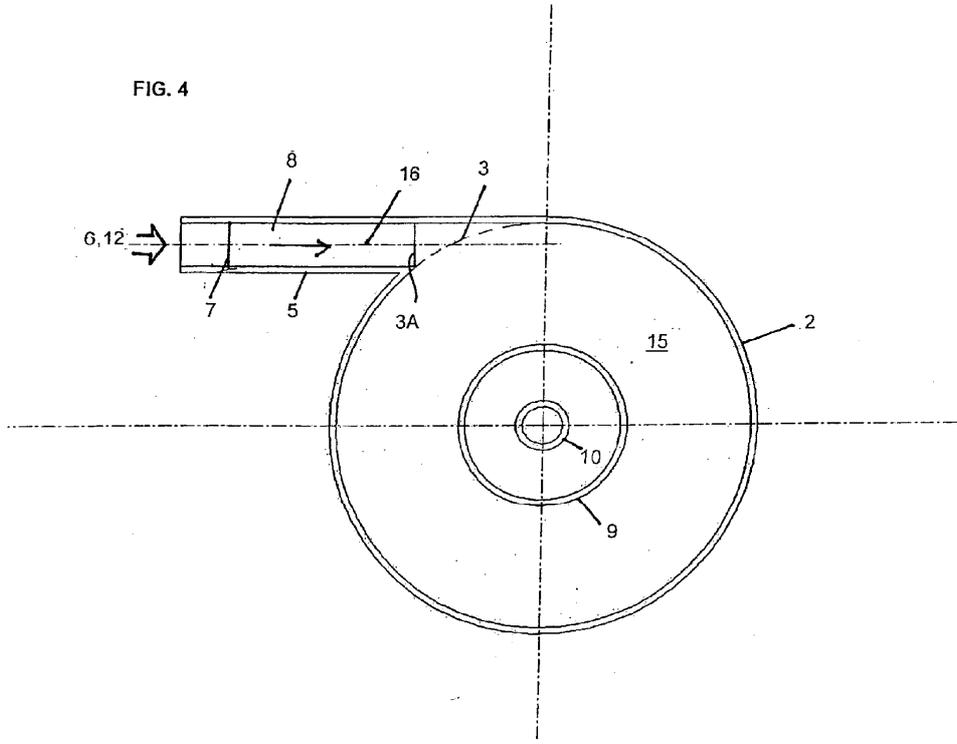


FIG. 5

