

301824



8 JUL

PATENTE DE INVENCION

=====

301824

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

" APARATO CICLONICO PARA LA SEPARACION DE LAS PARTICULAS
MATERIALES DE UN GAS ".

Solicitante: Don Julian MORAWSKI, de nacionalidad norteamericana, domiciliado en 1507 Pacific Avenue, MANHATTAN BEACH-CALIFORNIA (U.S.A.).

Inventor: El solicitante.



301824

Esta invención pertenece a una disposición para separar las partículas sólidas de un gas, y en forma más particular, a un separador del tipo centrífugo o ciclónico.

- Es bien conocida la conveniencia de separar las partículas sólidas de los gases lanzados a la atmósfera en las zonas industriales. Los perjuicios a la vegetación y a los edificios pueden ser graves, a la vez que la salud de los habitantes de la zona puede verse perjudicialmente afectada. Por lo tanto, se ha reconocido como una necesidad la limpieza de los gases lanzados a la atmósfera en la actual sociedad industrializada.
- 5.
- 10.

- Uno de los más sencillos y más económicos, tanto en su construcción como en su funcionamiento, entre los varios dispositivos separadores conocidos, es el separador de tipo centrífugo o ciclónico, en el que se hace girar a gran velocidad el polvo que carga los gases, lo que permite la eliminación de las partículas más pesadas por la fuerza centrífuga. Sin embargo, la incapacidad de estos dispositivos para separar las partículas de dimensiones muy pequeñas, y su relativamente baja eficacia y falta de constancia en la separación de, incluso, grandes partículas, ha limitado el empleo del tipo ciclónico de separadores. Se han realizado muchos esfuerzos para mejorar el rendimiento de estas unidades, tal como el conducir parte de los gases a dispositivos auxiliares de separación, o bien introduciendo varias pantallas con la esperanza de alterar el caudal dentro del separador en forma que resulte mayor la capacidad de éste para separar el polvo del gas. Estos esquemas han incrementado las dimensiones y complejidad de los aparatos separadores, y con todo, no han añadido nada materialmente a su eficiencia. Por lo tanto, los separadores ciclónicos no han sido utilizados donde se requerían altos rendimientos.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



8 JUN

301824

- Ha sido posible el eliminar el mayor porcentaje de partículas de materia por medio de dispositivos eléctricos que producen la precipitación de las partículas sólidas del gas. Sin embargo, estos separadores eléctricos son extremadamente costosos en su compra y entretenimiento. Muchos de ellos no funcionarán adecuadamente donde haya grandes concentraciones de polvo, y necesitarán unidades adicionales en forma de separadores mecánicos que efectuarán la limpieza previa del gas antes de enviarlo a los precipitadores eléctricos. Otro factor que se añade a las dimensiones y gastos de los separadores eléctricos, es su exigencia de que el gas pase a baja velocidad por entre sus electrodos. Además, estas unidades no funcionan correctamente a temperaturas elevadas, por lo que en muchos casos necesitan la provisión de equipos extra para el enfriamiento de los gases. Por otra parte, los gases o líquidos corrosivos acortan materialmente la vida de los electrodos y reducen su efectividad. Además, mientras que estos separadores eléctricos son generalmente eficaces en la separación de la mayoría de las partículas sólidas de los gases, su eficiencia resulta menor para aquellos gases que contengan polvos con altas concentraciones de carbón.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

Otros dispositivos separadores tienen también sus desventajas inherentes. Los del tipo de saco, que llevan una tela filtrante, no pueden usarse para gases a alta temperatura y requieren baja velocidad en el gas. Estos dispositivos están sujetos a desgastes considerables y, en consecuencia, tienen una vida muy corta y requieren grandes gastos de mantenimiento.

- 25.
- 30.
- Los lavadores de gases y scrubbers se utilizan también en la limpieza de los gases, pero requieren un gran suministro de agua, lo que no es siempre posible. Necesitan,



301824

además, compresores, bombas, transmisiones, etc. todo lo cual implica gastos, dificultades de entretenimiento y ocupación de espacio. La eliminación de los lodos producidos por estos separadores constituye un enojoso problema.

5. El dispositivo objeto de esta invención vence las deficiencias del arte anterior con la provisión de un separador ciclónico perfeccionado que posee una eficiencia comparable a la de los precipitadores, sin sus limitaciones ni encarecimientos. El separador de esta invención incluye
10. una disposición para la separación de material en las proximidades de la salida del gas limpio para la subsiguiente separación de los componentes sólidos. Las partes periféricas del gas que se aproxima a la salida, contendrá un porcentaje relativamente alto de materia en partículas que, en las
15. unidades convencionales, escaparía a la atmósfera. La invención incluye un pasaje anular que rodea al tubo de salida del gas limpio para recibir estas partes del gas ascendente. Este pasaje incorpora un difusor para conservar la energía del gas en movimiento. A la salida del difusor, el
20. gas es sometido de nuevo a una operación para separar el material sólido arrastrado por él. Generalmente, el difusor está conectado a una derivación que descarga el material en el extremo inferior del separador, en forma rotatoria. Como una característica de esta invención, el pico de eficiencia de la difusión es alcanzado por medio de una capa
25. de barrera que constituye una disposición de control en el difusor. Esto evita que el caudal de gas se separe de la pared del difusor, produciéndose una cantidad máxima de difusión en una longitud axial relativamente corta. El resultado es la formación de una alta presión sin que signifique pérdida de energía; lo que asegura la disponibilidad
- 30.



301824

de la presión adecuada para hacer recircular el gas y que las partículas de material sean expulsadas a través de la derivación.

5. De acuerdo con esto, es un objeto de esta invención el proveer un separador ciclónico eficiente, simplificado y de bajo coste.

10. Otro objeto de esta invención proporciona una disposición para obtener partes periféricas del gas adyacente al conducto de salida del gas limpio para la subsiguiente separación de las partículas de material, incluyendo un difusor de alta eficiencia en la cámara en la que se recibe el gas.

15. Un objeto adicional de esta invención es el de proporcionar un separador ciclónico provisto de un difusor anular en la vecindad de la salida del gas limpio, incorporando el difusor una capa de barrera como medio de control para impedir la separación de la corriente de fluido de las paredes del difusor.

20. Otro objeto más de la invención es el de proporcionar un separador ciclónico que aprovecha la ventaja del fenómeno del flujo natural dentro del separador para separar los gases que tengan densas concentraciones de polvo de la zona de salida del gas, y descargar estos gases en la parte del separador de funcionamiento más eficiente y en forma tal que resulte aumentada la velocidad rotacional dentro del separador.

25. Un objeto adicional de esta invención es el de proporcionar un separador ciclónico en el que se ha previsto la re-circulación de los gases cargados de polvo para aumentar las probabilidades de separación de las partículas materiales.

30.



301824

Otro objeto más de la invención es el de proporcionar un separador ciclónico que somete al gas a una muy baja pérdida de presión solamente.

5. Todavía otro objeto de la invención es la provisión de un separador ciclónico que posee dimensión inferior de corte para las partículas separables que en los de diseño convencional, y que es capaz de separar un porcentaje más alto de partículas por encima de la medida de corte que el logrado por otros separadores.

10. Estos y otros objetos se pondrán en evidencia en la siguiente y detallada descripción que se hace con referencia a los dibujos que se acompañan en los que:

La fig. 1 es una vista en sección longitudinal de un separador ciclónico objeto de esta invención;

15. La fig. 2 es una vista superior en planta de la disposición de la fig. 1.

La fig. 3 es una vista ampliada y parcial de la sección transversal tomada a lo largo de la línea 3-3 de la fig. 1, mostrando la parte superior de la unidad del difusor;

20. La fig. 4 es una vista parcial y ampliada de la sección realizada a lo largo de la línea 4-4 de la fig. 1 ilustrando la salida del tubo de la derivación;

25. La fig. 5 es una vista en alzado de una modificación, en la cual, la salida del difusor se conecta a un segundo dispositivo separador;

La fig. 6 es una vista parcial en sección ampliada de una forma simplificada de la invención en la que no se ha previsto la re-circulación o separación secundaria de las partículas sólidas;

30. La fig. 7 es una vista parcial en sección longitudinal de un separador ciclónico provisto de control de



301824

capa de barrera en la entrada al conducto de salida del gas limpio, incluyendo una disposición para igualar la retirada de la capa de barrera alrededor de la circunferencia del difusor;

5. La fig. 8 es la vista ampliada de una sección transversal practicada a lo largo de la línea 8-8 de la fig. 7;

10. La fig. 9 es una vista longitudinal de un separador ciclónico en el que el equilibrio de presiones de las aberturas de la capa de barrera incluye dos entradas al tubo de derivación;

La fig. 10 es una vista ampliada de la sección transversal realizada a lo largo de la línea 10-10 de la fig. 9;

15. La fig. 11 es un fragmento de la sección longitudinal de un separador provisto de dos difusores diferentes, cada uno de los cuales incorpora la característica de una capa de barrera;

20. La fig. 12 es una vista parcial de la sección longitudinal de un separador provisto de ranuras equilibradoras de presión de diferente forma, y

La fig. 13 es una vista ampliada de la sección transversal practicada a lo largo de la línea 13-13 de la fig. 12.

25. Con referencia a los dibujos, puede verse en la figura 1 una sección longitudinal de un separador ciclónico que comporta los principios de la invención. Esta disposición incluye la entrada 1 en caracol que recibe el gas cargado de polvo, el cual es descargado en forma rotatoria en el interior del separador. La pared inferior 2 del caracol de entrada tiene forma helicoidal para ayudar a imprimir un movimiento descendente el gas y polvo que entran en el
- 30.



311824

5. separador. Los gases y polvo procedentes del caracol penetran en una sección cilíndrica 3 relativamente corta que se une al extremo superior de una parte troncocónica 4. Una salida central 5 en el fondo de la parte 4 conduce a la tolva 6 que está adaptada para recibir las partículas de material separadas del gas. Una segunda salida 7 en el extremo axial superior del separador recibe el gas limpio del que han sido eliminadas las partículas.

10. En general, el separador funciona sobre el principio de separar las partículas de material del gas por medio de la fuerza centrífuga. Por ser más pesada que el gas, la materia sólida es lanzada hacia afuera contra las paredes del separador y se desplaza hacia abajo para penetrar en la tolva. El gas limpio se eleva desde el extremo inferior del separador formando un núcleo de movimiento ascendente sobre el eje de la unidad para penetrar en la salida del extremo superior del separador.

15. Sin embargo, en diseños de separadores convencionales, hay una cierta cantidad de partículas que salen de la unidad juntamente con los gases. Algunas partículas pueden ser arrastradas al núcleo central ascendente del gas limpio por la fuerte componente dirigida radialmente hacia el interior del vértice del flujo de gas. Desde luego, es más probable que ocurra esto con las partículas de masa más pequeña, las cuales serán menos influidas por el efecto de la fuerza centrífuga originada por la rotación en el interior del separador. También, en las vecindades de la salida del gas limpio, es mínima la velocidad tangencial del gas entrante cargado de polvo. Por lo tanto, la fuerza centrífuga será relativamente pequeña, permitiendo que las fuerzas ejercidas por el gas ascendente arrastren con él algunas de las partículas. Existe, además, en el caracol de entrada



1824

- un anillo rotatorio de gas cargado de polvo recibido por la abertura de entrada. Existe una rotación local alrededor del eje circunferencial de este anillo de polvo y gas, así como el movimiento alrededor del eje del separador. La rotación local arrastra las partículas de material contra las paredes del separador y al exterior del tubo de salida de gas limpio. Estas partículas sólidas se arrastran por el exterior de este tubo hasta alcanzar la proximidad de su borde inferior, desde donde son arrastradas al interior de la corriente de gases más limpios que ascienden precipitadamente.

- Como resultado de tales factores, los separadores ciclónicos no han logrado el grado de eficiencia requerido en muchas instalaciones. Incluso la separación por debajo de la medida teórica de corte no puede ser conseguida en los diseños convencionales.

- De acuerdo con las provisiones de esta invención se ha dispuesto una unidad difusora 8 adyacente a la tubería de salida 7 del gas limpio que penetra en el extremo superior del separador. Esta unidad difusora puede estar fabricada con una simple chapa metálica, contorneada adecuadamente para proveer una pared interior 9 y una pared exterior 10. La entrada 11 a la unidad difusora, donde se unen las paredes 9 y 10, está dispuesta debajo de la entrada 12 a la salida de gas limpio 7. La entrada del difusor es redondeada, según se ilustra, para que los gases puedan entrar en el difusor con pérdidas friccionales desdeñables. La salida 13 de la unidad difusora está dispuesta por encima de la abertura 12 y, como resultado, la parte superior de la unidad 8 circunscribe una parte del conducto de salida 7 así como su entrada 12. El apoyo para el difusor puede conseguirse mediante una pluralidad de lengüetas separadas 14 que penetran hacia adentro desde la parte superior 15



301824

de la envolvente. Estas lengüetas pueden ir soldadas en su sitio para proporcionar un soporte firme, y con todo, no obstaculizan la libre corriente de gases en el separador.

5. La pared interior 9 de la unidad 8 incluye una parte inferior 16 que se abocarda hacia el exterior con un ángulo relativamente ancho con respecto al eje del ciclón. Es aquí donde tiene lugar la difusión principal y la velocidad de los gases es reducida con la consiguiente elevación de la presión estática. Puede tener lugar una difusión adicional en la sección superior 17 menos divergente de la unidad 8, o bien esta parte puede ser de sección transversal constante en otros casos no dando difusión alguna. En la parte 16 de la pared se ha previsto una pluralidad de aberturas 18 que comunican con el espacio 19 entre las paredes 9 y 10.

10. La parte de la entrada al conducto de salida 7 del gas limpio puede tener también doble pared, incluyendo una sección abocardada 20 inclinada hacia la salida 13 de la unidad difusora. Esto proporciona una restricción a la salida 13.

15. La salida 13 de la unidad 8 comunica con una cámara 22 que a su vez comunica con el conducto de derivación 23. Este último elemento se extiende hacia abajo, penetrando en la parte inferior del ciclón en lugar adyacente a la apertura 5 para las partículas de material. La salida 24 del tubo 23 se inclina en sentido descendente hacia la apertura 5 quedando dispuesta para descargar en forma sustancialmente tangencial con respecto a la pared de la parte inferior 4 del ciclón (véase Fig. 4). Para reducir a un mínimo la interferencia con el cuerpo principal de los gases en el separador, la parte 24 de salida puede ir aplana, según



301824

se ilustra, para producir una estrecha corriente a lo largo de la pared 4. Los gases de re-circulación procedentes del tubo 23 penetrarán, de esta forma, en el fondo del separador donde es mayor la velocidad rotacional y es más alta la eficiencia de la separación.

5. Por lo que antecede, puede verse que la columna central ascendente de gas relativamente limpio penetra por la abertura 11 del extremo inferior de la unidad difusora 8. Esta corriente de gas y las pequeñas cantidades de partículas sufrirán una difusión a su entrada en la unidad 8, miviéndose las partes periféricas de la corriente a lo largo de la pared divergente de la parte inferior 16 del difusor. Estas partes exteriores contendrán la gran mayoría de partículas sólidas de la corriente ascendente en el interior del separador. A medida que esta parte de la mezcla de gas y partículas sólidas asciende a través de la extensión superior 17 de la unidad 8, se encuentra últimamente con la restricción resultante del abocardamiento externo de la sección 20 inmediatamente debajo de la salida 13. Como resultado, la corriente es acelerada hasta un grado en que los gases dejan la unidad difusora y penetran en la cámara 22.

Esta aceleración es relativamente ligera, y no empieza a anular la elevación de presión producida en el difusor. No obstante, el incremento resultante en velocidad en la salida 13, reduce la presión estática en este punto. Esto contrasta con la presión estática relativamente alta de los gases difundidos en la abertura 18. De aquí que haya una diferencia de presión entre la posición de la abertura 18 y la salida 13. En consecuencia, la presión estática dentro de la zona 19 entre las paredes 9 y 10 es reducida, lo que hace que algunos de los gases fluyan a través de la abertura 18 a la sección 19, fluyendo por último



301824

hacia arriba entrando en la cámara 22.

- Este flujo secundario de gas juega un importante papel en la eficiencia del difusor del separador ciclónico de la invención. Es debido ésto a que el sangrado que se verifica a través de la abertura 18 evita la separación de la capa límite o de barrera de la corriente de fluido de las paredes del difusor, Dicho en otras palabras, el flujo de gas a través de la abertura 18 proporciona una capa límite de control al evitar la elevación de la presión estática debida al flujo retardado de gas adyacente a la superficie de la pared del difusor. En consecuencia, se realiza una difusión máxima cuando todo el volumen de la corriente móvil diverge hacia el exterior adquiriendo una mayor sección transversal. Incluso con un difusor de longitud axial relativamente corta, la presión dinámica del gas que entra en el difusor, quedará convertida casi toda ella en presión estática en la posición de la cámara 22. En ausencia de la capa límite de control proporcionada por la abertura 18, habría una separación del flujo y la recuperación de presión sería sustancialmente menor.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- Otra ventaja que presenta el diseño de esta invención es la eliminación de la estrangulación del flujo a la entrada del difusor. Cuando una corriente de fluido penetra en un tubo re-entrante, ya sea un difusor o no, se produce normalmente un anillo restrictor de fluido estático en las proximidades de la entrada por causa del flujo de aire retardado en la engrosada capa límite. Esta tiene una garganta de sección transversal mínima más allá de la entrada y a una distancia aproximadamente igual a la mitad del diámetro del tubo. Sin embargo, con el diseño presente, la pared de la unidad 8 comienza a divergir hacia el exterior en menos de esta distancia crítica, con preferencia abocinándose
- 25.
- 30.



301824

hacia afuera en un punto interior de la entrada 12 y solo en 0.2 del diámetro aproximadamente, Con el flujo desviado hacia afuera a lo largo de la pared del difusor por el sangrado de la capa límite, el fluido periférico es arrastrado hacia afuera antes de que pueda formar la vena de estrangulación. Así, la unidad no solo difunde en forma más eficaz que los diseños anteriores, sino que también evita las obstrucciones de la entrada que se producen en los dispositivos convencionales.

5.

10.

El número exacto, así como las dimensiones y situación de las aberturas 18, dependerá de las dimensiones particulares del difusor y de las condiciones de trabajo que se presenten. Estas aberturas no necesitan ser circulares, según se ilustran, sino que pueden tener la forma de ranuras o aberturas de cualquier forma que se desee. La consideración importante es la existencia del estrecho pasaje de sangrado a lo largo de la pared divergente del difusor para permitir que los gases de la capa límite penetren en el espacio exterior de la pared interior del difusor.

15.

20.

La disposición del difusor de esta invención es particularmente conveniente debido a que los gases, por sí mismo, la presión reducida detrás de la pared del difusor que origina el arrastre de la capa límite. Esta viene de la parte de restricción a la salida en la unidad difusora. Debido a esto, el bombeo es automático y no es necesario prever ningún dispositivo auxiliar para aspirar la capa límite de su zona crítica.

25.

30.

La entrada redondeada 11 de la unidad difusora, produce todavía un efecto beneficioso adicional. Esta hace que la garganta del difusor se separe radialmente hacia adentro una distancia apreciable desde la superficie exterior de la pared 10 de la unidad. Los gases entrantes car-



18 JUL

391824

- gados de polvo penetran en el difusor y circulan alrededor de la pared 10 como ya se indicó antes. La doble pared del difusor, con su entrada arqueada, separan, por lo tanto, los gases limpios salientes de aquellos que acaban de penetrar en el separador. La columna de gas axialmente ascendente, de la que ha sido separado el polvo, no entrará en contacto con la mezcla entrante giratoria. Por lo tanto, el arrastre de los gases cargados de polvo por el gas limpio ascendente queda evitado, y serán menos las impurezas que abandonen el separador.
- 5.
 - 10.

- Los gases a alta presión de la parte 22 de la cámara penetran en el conducto 23 y descienden hacia la salida 24 en el fondo del ciclón. Este movimiento es originado por la diferencia de presión que existe entre la parte alta y el fondo del separador. La diferencia de presión es inherente al separador ciclónico, pero se obtiene un valor mucho mayor por la eficiente difusión en la parte superior del separador. Cuanto más alta sea la presión estática obtenida en el extremo superior del ciclón, tanto más del gas sangrado será re-circulado.
- 15.
 - 20.

- El gas que entra en el extremo inferior del ciclón por la salida 24 de la derivación, descarga tangencialmente a lo largo de la pared del separador en forma rotacional, lo que contribuye a aumentar la velocidad rotacional en este punto. Por supuesto, cuanto más rápidamente gire el gas en el ciclón, mayor será la fuerza centrífuga ejercida sobre las partículas, y mayor será la separación lograda. Además, por su inclinación hacia abajo, hacia la salida 5, los gases re-circulados aseguran que no puedan producirse nunca obstrucciones en la salida. En los separadores ciclónicos convencionales, especialmente en los de dimensiones pequeñas, la abertura de salida resulta a veces
- 25.
 - 30.



301824

obstruida por completo por la aglomeración de partículas de material. Cuando ocurre ésto, no se realiza separación alguna. Asegurando que la salida 5 se conserva libre, la salida 24 quedará relativamente cerca de esa abertura, mucho más abajo del punto medio axial del separador.

5. Puede verse, por lo tanto, que por las provisiones de esta invención, las partes periféricas del gas que asciende relativamente limpio, son difundidas y re-circuladas a través del sistema de derivación. Esto significa que la parte de gas limpio que tiene todavía partículas residuales de material sólido será arrastrado y enviado a través del separador, dándole oportunidades adicionales para desembarazarse de sus partículas. Incluso partículas menores a la medida teórica de corte del ciclón, pueden ser separadas de esta forma. Al hacerlas re-circular a través de la unidad, las partículas se aglomerarán formando partículas mayores que pueden ser lanzadas por la fuerza centrífuga para pasar a la salida 5. Este sistema de re-circulación, da, por lo tanto, unas enormes mejoras en el rendimiento de los separadores ciclónicos.

10. Aun cuando se desea generalmente re-circular el gas sangrado de la salida de la difusión a través del mismo separador ciclónico, la invención no queda limitada a esta disposición. En algunos casos puede ser preferible conducir la descarga del difusor a un dispositivo diferente separado. Puede ser éste otro separador ciclónico, un precipitador o un lavador.

15. Un sistema de esta clase puede verse en la fig. 5. Aquí, el gas cargado de polvo penetra primero en el separador ciclónico 26 que incorpora un difusor del tipo anteriormente descrito. La salida del difusor descarga en el tubo



301824⁸

27 que conduce a la entrada de un segundo separador ciclónico más pequeño 28. En esta última unidad, el gas sangrado es sometido a una operación de separación adicional para eliminar de él las restantes partículas. Puede verse, por lo

5. tanto, que la disposición de esta invención presenta gran adaptabilidad de uso y puede ser empleada en una variedad de sistemas.

- Donde el coste tenga una gran importancia, puede emplearse el diseño simplificado de la fig. 6, que ofrece un
10. ventajoso rendimiento en comparación con los ciclones de construcción convencional. Aquí, el tubo de salida 29 penetra en el extremo del ciclón 30 para descargar el gas limpio en la forma usual. Sin embargo, las partes del conducto 29 del interior del ciclón, están construídas con doble pared, similares en muchos aspectos a la disposición del difusor 8. Según esto, hay una pared exterior 31 doblada sobre sí para formar una entrada redondeada 32 por donde se une a la pared interior 33. Esta construcción permite que el diámetro interior del tubo 29 esté proporcionado para la eficiencia óptima, a la vez que se evita el arrastre del polvo de entrada por el flujo saliente de gas limpio. La pared exterior 31 separa el torbellino de los gases polvorientos de entrada radialmente hacia afuera de los gases limpios en el eje del separador. También la entrada redondeada 32 permite
15. que la corriente sea lisa y laminar, evitando las pérdidas cuando los gases son desviados por este elemento. Así, aún cuando no se consigue la marcada mejora de la re-circulación el diseño de la fig. 6 proporciona mejores resultados que los diseños convencionales.

20. 25. 30. La utilización del control de la capa límite para aumentar la eficiencia de un separador ciclónico es capaz de diversas y diferentes modificaciones, y puede ser diseña-



301824

do para ajustarse a las situaciones particulares que se encuentren.

5. Según se muestra en la fig. 7, por ejemplo, las aberturas 35 del control de la capa límite, se han formado en la pared interior 36 de un difusor que conducen a la salida de gas limpio 37. Debajo de la pared 36 está la cámara 38 que tiene una pared exterior 39, y es por el interior de este pasaje por donde discurre el material sangrado de la capa límite. Hay una entrada redondeada 40 en la sección del difusor, y las paredes 36 y 38 están separadas una de otra. Así, según la incorporación de la fig. 1, hay una separación entre el núcleo central del gas relativamente limpio y el torbellino entrante de gas polvoriento. La entrada redondeada permite que el gas entre en el difusor suavemente y con pequeñas pérdidas de presión. Las aberturas de sangrado de la capa límite permiten que la pared del difusor 36 sea relativamente corta, no obstante lo cual hay una plena difusión y una eficiente recuperación de la presión.
- 10.
- 15.

20. Este diseño difiere de la disposición mostrada en la fig. 1, al proveer el control de la capa límite en el conducto que forma una parte de la salida 2 del gas limpio, en lugar de hacerlo rodeando a elementos de entrada como en la disposición previa. En el diseño de la fig. 7, el material recirculado o conducido a otro dispositivo separador a través de la línea de sangrado 41, es solo la cantidad bombeada a través de las aberturas 35 de la capa límite.
- 25.

30. La disposición de la fig. 7 incluye también una provisión para igualar las presiones dentro de todas las partes de la cámara 38 para lograr un efecto uniforme de bombeo de la capa límite. Siendo la línea 41 la fuente de presión reducida, se presenta una tendencia a aspirar mayores cantidades de material a través de las aberturas 35 del



301824

- lado que se une por el conducto 41 con la cámara 38, En vista del hecho de que la cámara de sangrado de la capa límite es un pasaje anular relativamente estrecho, hay una caída de presión alrededor de su circunferencia, por lo que ordinariamente, se efectuará una retirada menor de capa límite en las partes del difusor más alejadas de la línea 41.
- 5.

- Esta condición es aliviada por la disposición que puede apreciarse mejor en la vista de la sección transversal ampliada en la fig. 8. Sus principios son aplicables, igualmente, a otras incorporaciones de la invención también.
10. Con esta construcción, se ha previsto una placa anular 43 en el extremo superior de la cámara 38. En esta placa se han formado las ranuras 44 que constituyen las aberturas de salida para la cámara 38. Las ranuras 44 del lado adyacente a la abertura de salida 41 se han hecho relativamente pequeñas, y las ranuras se hacen progresivamente mayores a medida que se aproximan al lado opuesto. Por lo tanto, hay una mayor restricción al flujo en el lado adyacente a la salida de sangrado 41 que la que existe en la parte diametralmente opuesta a éste. Como consecuencia, las presiones alrededor de la periferia de la cámara 38 quedan igualadas, y el efecto de retirada de la capa límite es el mismo en toda la periferia del difusor. En consecuencia, todas las áreas comparables de la pared del difusor, muestran las mismas características en la desviación hacia afuera del caudal, y la difusión es uniforme.
- 15.
- 20.
- 25.

- Otra disposición para igualar la succión de control de la capa límite, es la ilustrada en las figs. 9 y 10. Aquí hay un despegue tangencial de la línea de sangrado 46.
30. La entrada a esta línea, que se extiende alrededor de la parte superior del ciclón alrededor de la salida de gas limpio 47, está dividida en dos pasajes separados 48 y 49.



101824

817

5. En el pasaje 48 están las ranuras 50 de medida progresivamente menor según se aproximan a la línea 46. Similarmente, en el otro pasaje 49 se han graduado las dimensiones de las ranuras 51 para igualar las presiones de un extremo al otro. Esta disposición hace que la derivación quede conectada efectivamente al sangrado en dos puntos, lo que facilita el efecto equilibrador de presiones.

10. El diseño de la fig. 11 puede ser básicamente el mismo que en las figs. 9 y 10, pero está provisto de dos difusores, los cuales utilizan el sangrado de control de la capa límite. Así, el difusor inferior 53 incluye las aberturas de sangrado 54, generalmente como en la construcción de la fig. 1. En igual forma, a la entrada del conducto de salida del gas limpio 55 hay un difusor adicional 56 para contribuir a la recuperación de la presión. Este difusor incluye, igualmente, las aberturas 57 de capa límite. Las aberturas 57 y 54 comunican con la cámara 59, que se conecta con la salida de sangrado 60.

15. Una modificación del efecto equilibrador de la presión de las ranuras en la entrada de la línea de derivación, se muestra en las figs. 12 y 13. Aquí, las salidas del pasaje de la capa límite no están en plano transversal, sino más bien en la pared longitudinal de la unidad. De aquí, conduciendo a la línea de derivación 62 están las ranuras 63 en la pared longitudinal 64 de la cámara de sangrado. Las ranuras 63 pueden ser de medida proporcionada, como antes, siendo mayores las situadas en lugares alejados de la línea 62 para igualar las presiones en toda la periferia de la zona de la capa límite.

20. Debe quedar entendido que la descripción detallada que antecede se ha dado por vía de ilustración y ejemplo únicamente, quedando limitado el alcance y espíritu de



371824

la invención por las reivindicaciones que siguen.

N O T A

La Patente de Invención que se solicita en España, por veinte años, de acuerdo con la vigente Legislación, de-

5. berá recaer sobre: "APARATO CICLONICO PARA LA SEPARACION DE LAS PARTICULAS MATERIALES DE UN GAS", con prioridad de la Demanda en los Estados Unidos de América, Serial número 293.431, de fecha 8 de Julio de 1.963, según las características esenciales de las siguientes:

10. R E I V I N D I C A C I O N E S

15. 1ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, caracterizado por una cámara provista de una primera parte extrema, y una segunda parte extrema dirigida cónicamente hacia adentro desde dicha primera parte extrema, teniendo dicha segunda sección extrema una abertura para la unión a una tolva para recibir las partículas de material, unos medios de abertura en dicha primera parte extrema para la descarga de la mezcla de gas y partículas de material en forma rotatoria, un conducto de salida que se extiende axialmente dentro de dicha primera porción extrema para recibir el gas limpio, unos medios difusores provistos de una pared divergente hacia dicho primer extremo, estando situados dichos medios difusores adyacentemente a dicho conducto de salida para aumentar la presión estática de los gases que se aproximan a dicho conducto de salida, medios para separar la capa límite de dicha pared para evitar la separación de la corriente de gases de dicha pared, y medios de pasaje alrededor de dicho conducto de salida para recibir las partes periféricas de los gases en dichos medios difusores.

2ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, según la reivindicación 1ª, en el que dichos medios de pasaje se extienden a dicha segun



301824

5. da parte extrema de dicha cámara, dichos medios de pasaje provistos de una salida en dicha segunda porción extrema sub tancialmente tangencial con respecto a dicha segunda porción extrema, e inclinada hacia dicha abertura en dicha segunda porción extrema.

10. 3ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, caracterizado por: una cámara provista de un primer extremo; medios de entrada para dicho primer extremo para descargar, en dicha cámara una mez 15. cla de gas y partículas de material en constante rotación; un tubo de salida en dicho primer extremo que se extiende axialmente en él, teniendo dicha cámara una segunda porción extrema provista de una abertura adaptada para su unión a un receptáculo para las partículas de material; y medios 20. en dicho primer extremo para retirar las partes periféricas del gas que se aproximen a dicho tubo de salida, incluyendo dichos medios últimamente mencionados un difusor que tiene una entrada adyacente y dirigida axialmente hacia adentro de dicho tubo de salida, una pared divergente adyacente a 25. dicha entrada para incrementar la presión estática de los gases recibidos en él, unos medios de abertura restringida en dicha pared divergente de dicho difusor, medios para el bombeo de la capa límite en dicho difusor a través de dicha abertura restringida y medios para evitar la separación del caudal a lo largo de dicha pared divergente de dicho 30. difusor, y unos medios anulares que circunscriben dicho tubo de salida para recibir las partes periféricas de dichos gases difundidos.

30. 4ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, según la reivindicación 3ª, que incluye además un medio para la conducción de fluido para recibir dichas partes periféricas de dichos gases de dichos medios anulares, dicho medio de conducción provisto



301824

de una salida en dicha segunda porción extrema de dicha cámara, estando situada dicha salida para efectuar la descarga en dicha cámara en forma rotacional y quedando inclinada hacia dicha abertura en dicha segunda porción extrema.

5. 5ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, según la reivindicación 3ª, en el que dicho difusor incluye una segunda pared dirigida radialmente hacia afuera de dicha pared divergente y espaciada de ésta para proveer un pasaje para dicha capa límite bombeada a través de dichos medios de abertura restringida.
10. 6ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, según la reivindicación 5ª, en el que dichos medios de bombeo incluyen unos medios constrictores del caudal para incrementar la velocidad de los gases en dichos medios de constricción con la consiguiente reducción de la presión estática, teniendo dicho pasaje para dichos gases de la capa límite una salida adyacente a dichos medios de constricción.
15. 7ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, comprendiendo una cámara con un primer extremo, medios de entrada a dicho primer extremo para descargar en dicha cámara una cantidad de gas y partículas materiales en forma rotacional en una dirección, un tubo de salida en dicho primer extremo que se extiende axialmente en su interior, teniendo dicha cámara un segundo extremo con forma cónica hacia el interior provisto de una abertura adaptada para su conexión a un receptáculo de las partículas de material, y medios para retirar las
20. partes periféricas de los gases que se aproximan a dicho tubo de salida, incluyendo dichos medios un difusor, teniendo dicho difusor dirigida radialmente hacia adentro una en-
- 25.
- 30.



dicha pared interior.

301824

5. 10ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, según la reivindicación 7ª, en el que dicha entrada a dicho difusor está curvada arqueadamente hacia adentro en dirección al eje de la misma, teniendo dicha entrada una longitud axial de menos de la mitad del diámetro de la misma.

10. 11ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, comprendiendo una cámara con un primer extremo, medios de entrada en dicho primer extremo para descargar en dicha cámara una mezcla de gas y partículas de material en forma rotatoria, un tubo de salida en dicho primer extremo que se extiende axialmente en él, teniendo dicho tubo de salida una entrada dirigida hacia adentro axialmente en dicho primer extremo, teniendo dicha cámara un segundo extremo provisto de conicidad hacia el interior provisto de una abertura adaptada para la conexión de un receptáculo para las partículas de material, y medios en dicho primer extremo para separar las partes periféricas del gas que se aproximan a dicho tubo de salida, incluyendo los medios últimamente mencionados un difusor provisto de una entrada redondeada dirigida axialmente hacia adentro de dicha entrada de dicho tubo de salida, una primera pared adyacente a dicha entrada y divergente hacia dicho primer extremo, una segunda pared relativamente más próxima y axialmente paralela que se une a dicha pared divergente, terminando el extremo distal de esta segunda pared en un punto que circunscribe axial y exteriormente la dicha entrada de dicho tubo, medios de abertura restringida a través de dicha pared divergente, un pasaje que interconecta dichos medios de abertura restringida y la parte de dicha cámara adyacente a dicho extremo distante de

15.

20.

25.

30.



301824

dicha segunda pared, un restrictor en el punto medio de dicho extremo distante de dicha segunda pared para acelerar localmente la corriente de gases y reducir la presión estática, produciendo por ello un flujo a través de dichos medios de

5. abertura restringida y dicho pasaje, y medios para recoger los gases procedentes de dicho difusor y de dicho pasaje para conducir dichos gases a los medios para separar las partículas residuales existentes en ellos.

10. 12ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, según la reivindicación 11ª, en el que dichos medios para recoger los gases incluyen un receptáculo, y un conducto que se extiende desde dicho receptáculo a dicho segundo extremo de dicha cámara, teniendo dicho conducto una salida adyacente a dicha abertura

15. en dicho segundo extremo de dicha cámara, estando situada dicha salida del conducto en forma que descargue en rotación continua en dicha dirección única y hacia dicha abertura en dicho segundo extremo.

20. 13ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, comprendiendo una cámara con una primera parte extrema, una segunda parte extrema de forma cónica hacia adentro según se aparte de dicha primera parte extrema, teniendo la segunda parte extrema una abertura para su conexión a un receptáculo para recibir las

25. partículas de material, medios de abertura en dicha cámara y en dicha primera parte extrema para descargar los gases mezclados con partículas de material en forma rotacional, y medios de salida en dicha primera parte extrema para recibir y descargar el gas limpio de dicha cámara, incluyendo

30. dichos medios de salida un difusor que se extiende axialmente en dicha primera parte extrema, teniendo dicho difusor una pared divergente exteriormente hacia dicho primer extremo y con ángulo relativamente grande de divergencia, y



301024

medios de retirada para retirar la capa límite de gas relativamente estancado en dicho difusor y evitando la separación de la corriente de dicha pared del difusor.

5. 14ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, según la reivindicación 13ª, en el que los medios de retirada de dicha capa límite incluyen una cámara anular que circunscribe a dicha pared del difusor, medios para mantener dicha cámara anular a una presión estática por debajo de la presión existente en dicha pared del difusor, y medios de abertura restringida a través de dicha pared del difusor que proporcionan comunicación con dicha cámara anular.

15. 15ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, según la reivindicación 14ª, en el que dichos medios para mantener dicha cámara anular a dicha presión estática inferior incluyen un conducto conectado a dicha cámara anular, y medios para igualar sustancialmente el caudal en dicho conducto de dicha cámara anular alrededor de la circunferencia de dicha cámara anular.

20. 16ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, según la reivindicación 15ª, en el que dichos medios para igualar sustancialmente el caudal en dicho conducto de dicha cámara anular incluye una entrada a dicho conducto que comunica con un lado de dicha cámara anular, y medios restrictores que presentan una resistencia relativamente alta al caudal en dicho lado, y una resistencia progresivamente menor en puntos progresivamente alejados de dicho conducto.

30. 17ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, según la reivindicación 15ª, en el que para dichos medios para igualar sustancialmente el caudal en dicho conducto de dicha cámara anular se ha previsto un pasaje arqueado que comunica con un ex-



301824

tremo de dicha cámara anular y conecta dicho conducto con un lado de dicho pasaje arqueado, y medios restrictores en dicho pasaje arqueado que proporcionan una resistencia relativamente alta al caudal en dicho lado, y una resistencia progresivamente menor al caudal en puntos situados progresivamente más alejados de dicho conducto.

18ª.- Aparato ciclónico para la separación de las partículas materiales de un gas, según la reivindicación 17ª, en el que dichos medios restrictores incluyen una pared sobre el extremo de dicha cámara anular, teniendo dicha pared unos medios de abertura en ella que proporcionan una mayor área abierta en dichos puntos alejados que en dicho lado.

19ª.- "APARATO CICLONICO PARA LA SEPARACION DE LAS PARTICULAS MATERIALES DE UN GAS".

Según queda sustancialmente descrito en la presente memoria descriptiva, que consta de veintisiete hojas escritas a máquina por una sola cara, acompañada de sus correspondientes dibujos.

Madrid, 8 de Julio de 1.964

D. JULIAN MORAWSKI

P.P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
P. P.

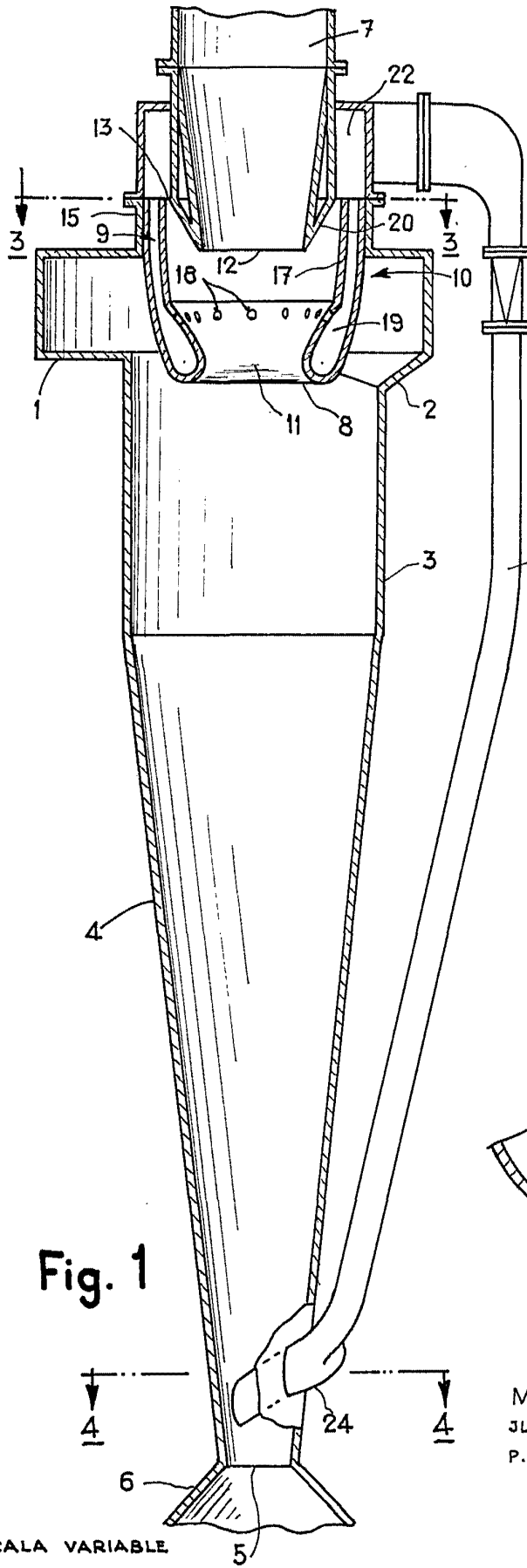


Fig. 1

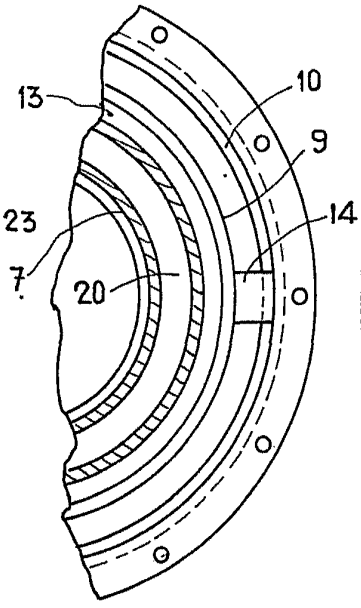


Fig. 3

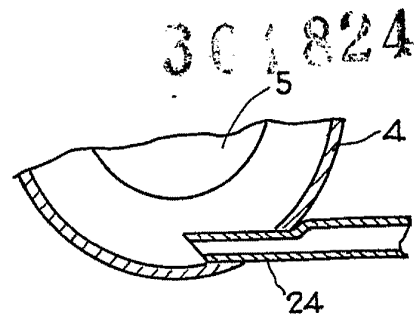


Fig. 4

Madrid, 1933
 JULIAN MORAWSKI
 P. P.

ESCALA VARIABLE

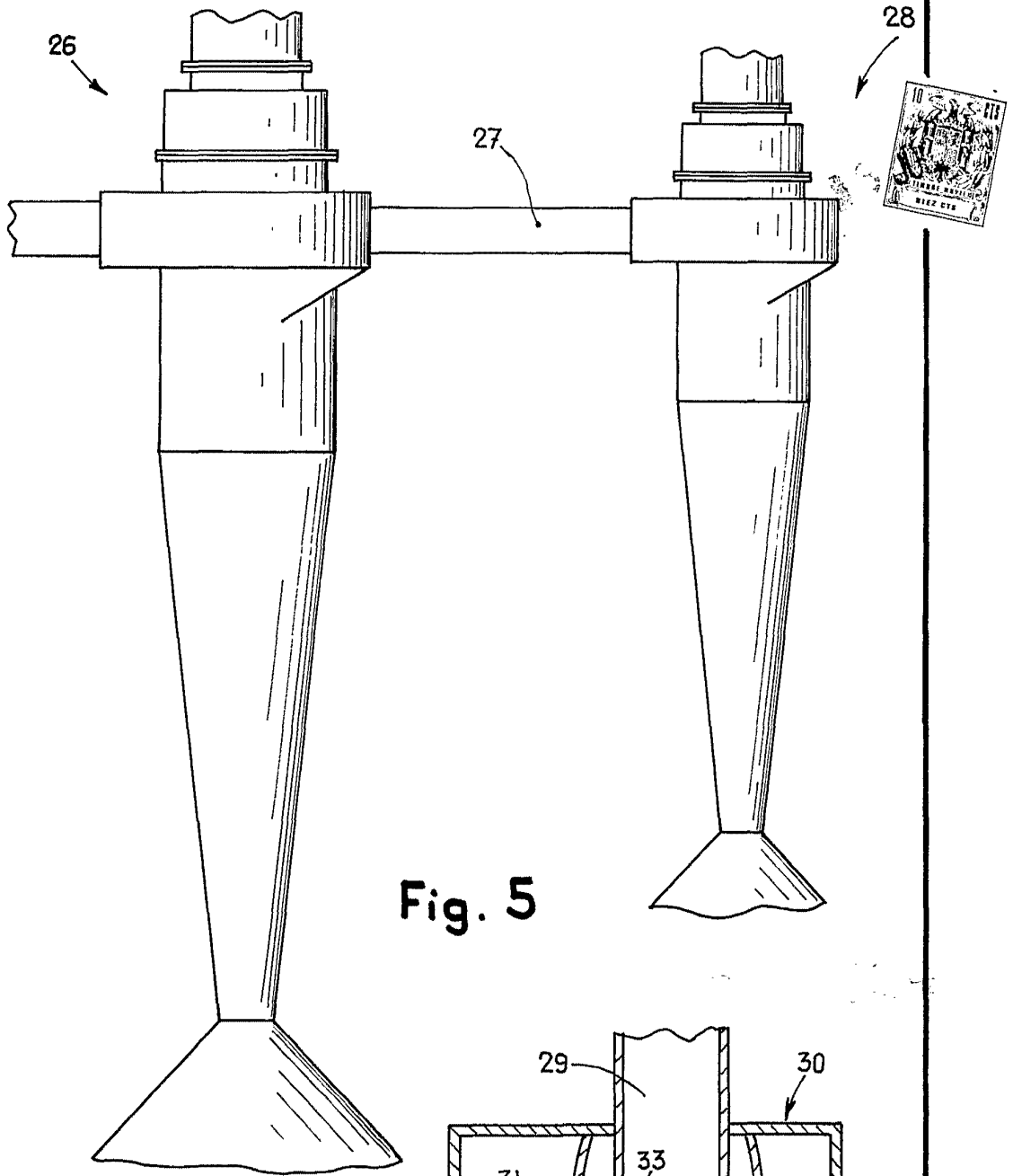


Fig. 5

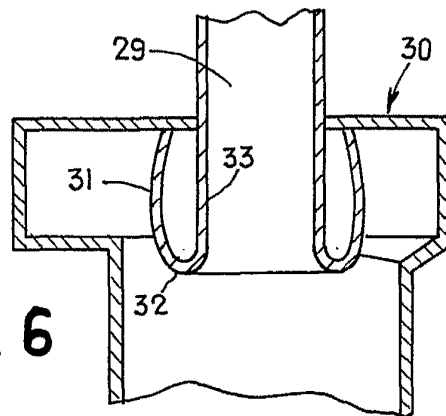


Fig. 6

ESCALA VARIABLE

Madrid,
JULIAN MORAWSKI
R. P.

FERNANDO GARCIA CABRERIZO

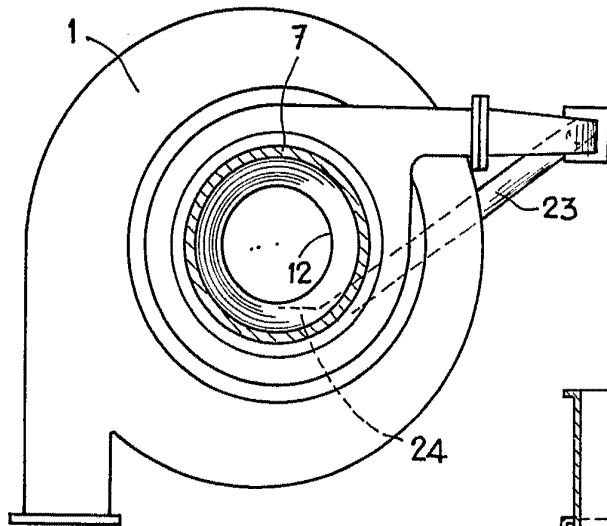


Fig. 2

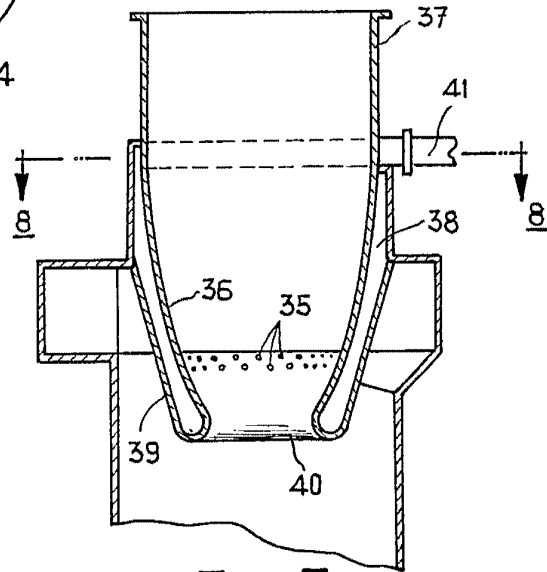


Fig. 7

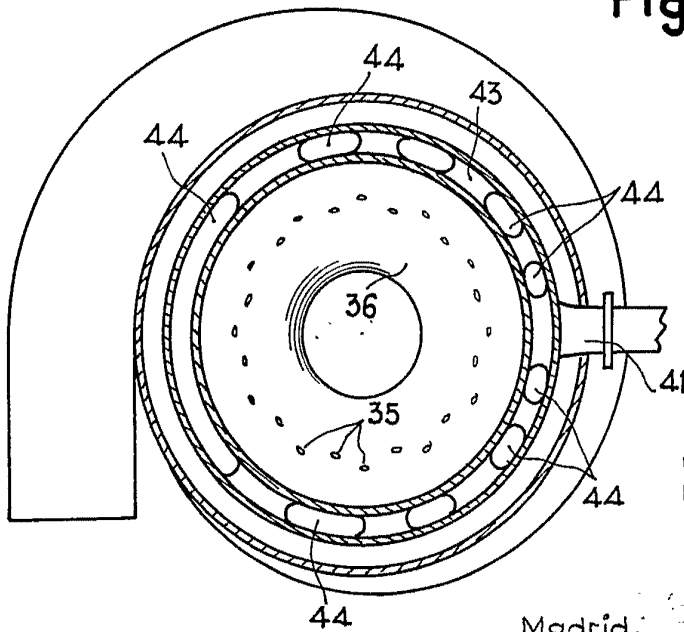


Fig. 8

ESCALA VARIABLE

Madrid,
JULIAN MORAWSKI
P. P.

311824
311824
[Handwritten signature]

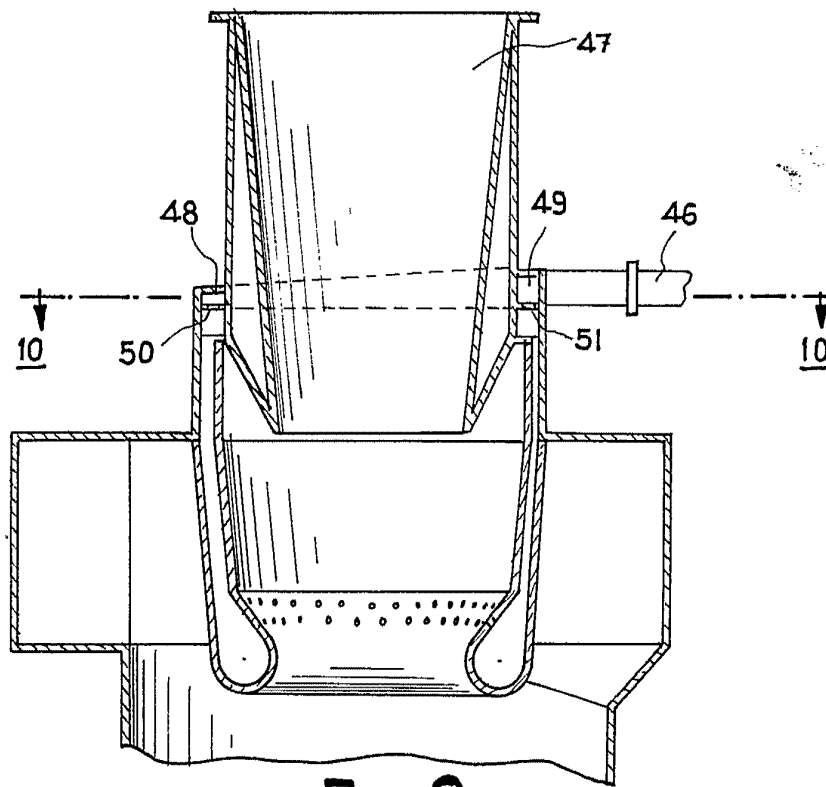


Fig. 9

301824

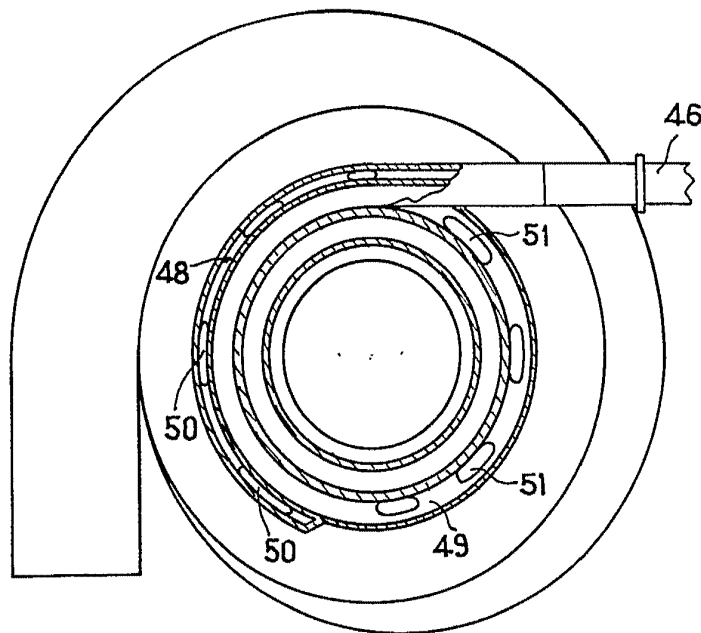
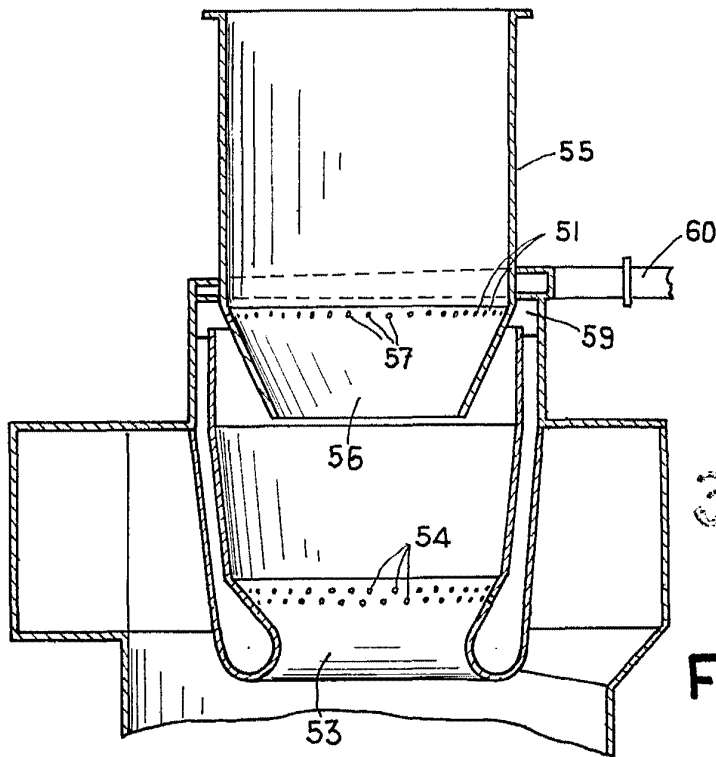


Fig. 10

ESCALA VARIABLE

Madrid,
JULIAN MORAWSKI
P. Prop.



301824

Fig. 11

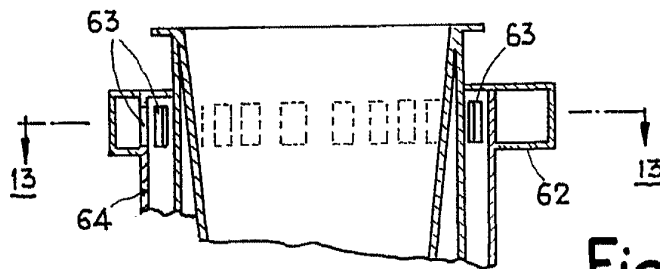


Fig. 12

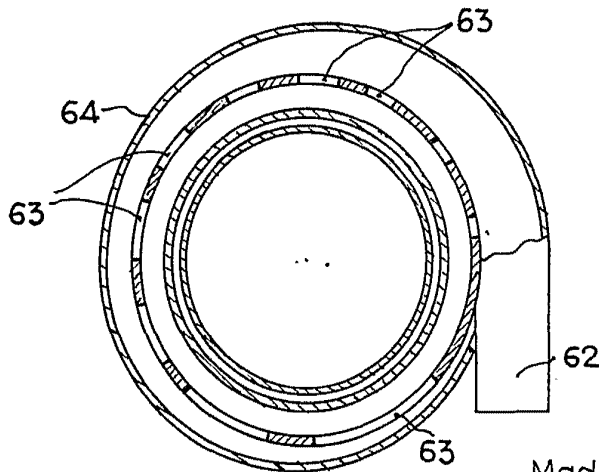


Fig. 13

ESCALA VARIABLE

Madrid,
JULIAN MORAWSKI
P. P.