

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
 Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

(12) ES	(11) NUMERO 467.741	(10) A1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION 10.3.78	

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 10212/77	(32) FECHA 10.3.77	(33) PAIS G. Bretaña
--	-----------------------	-------------------------

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL B01D; C25C	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	--	--

(54) TITULO DE LA INVENCION "UN PROCEDIMIENTO Y UN APARATO DE SORCION DE COMPONENTES SORBIBLES DE UNA CORRIENTE GASEOSA"

(71) SOLICITANTE (S) ARDAL OG SUNNDAL VERK A.S. y ALCAN RESEARCH AND DEVELOPMENT LIMITED

DOMICILIO DEL SOLICITANTE Sorkedalsveien 6, Oslo 3, Noruega y 1, Place Ville Marie, Montreal, Quebec, Canadá

(72) INVENTOR (ES) Finn Hroar Dethloff

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 68.412)

La presente invención se refiere a un aparato y a métodos para la separación de contaminantes reactivos gaseosos y en forma de vapor absorbible a partir de corrientes gaseosas, por contacto con materiales sólidos finamente divididos, que son capaces de sorber los contaminantes respectivos.

Aunque la invención puede emplearse para fines tales como la sorción de sustancias odoríferas no nocivas de una corriente gaseosa por medio de un carbón activo, la aplicación principal de la invención es la separación de fluoruro de hidrógeno (HF) de los gases de escape en cualquier proceso en que se emplean compuestos de flúor, tales como los fundentes en la producción electrolítica de aluminio.

Por sus características altamente tóxicas, el nivel máximo de fluoruro de hidrógeno en los gases de escape emitidos a la atmósfera está controlado estrictamente por las normas anti-contaminación en casi todos los países industrializados. Así, en la mayoría de los casos, el contenido de HF de los gases de escape no ha de exceder de un valor en el intervalo de 2,0-3,0 mg/m³. También es deseable recuperar compuestos de flúor por razones económicas, pero el evitar la contaminación es hoy día la consideración predominante.

La llamada "depuración en seco" de los gases de escape de las cubas o células de reducción electrolítica por contacto con alúmina en polvo, se ha empleado ampliamente para separar fluoruro de hidrógeno y otros componentes gaseosos reactivos. La depuración en seco se efectúa en una variedad de tipos diferentes de aparatos que im-

plican el arrastre de alúmina en polvo en la corriente gaseosa. La alúmina arrastrada que contiene las impurezas sorbidas se separa después de los gases de escape por medios adecuados, por ejemplo una manga filtrante.

5 En los sistemas convencionales de depuración en seco es práctica usual hacer pasar la totalidad (o una gran parte) del requerimiento de alúmina de las cubas de reducción a través del sistema de depuración en seco. Esta práctica de hacer trabajar el depurador en seco con el 10 100% de los requerimientos de alúmina de la cuba aprovecha sólo una parte de la capacidad de sorción total para el fluoruro de hidrógeno de muchos tipos de alúmina.

15 La alúmina usada para depurar en seco el gas de la cuba electrolítica sorbe otras impurezas presentes en el gas, por ej. dióxido de azufre (SO_2) y partículas muy finas de compuestos metálicos y material carbonáceo derivados de los ánodos. Cuando la alúmina del depurador se lleva después a las cubas de reducción, las impurezas sólidas entran en la cuba y algunas de ellas causan un posterior deterioro de la pureza del metal producido. Si la 20 alimentación al depurador comprende el 100% de los requerimientos de alúmina de la cuba, tales impurezas se distribuyen en toda la cantidad de aluminio producido por la cuba.

25 Por lo tanto, es ventajoso, en el funcionamiento del horno de fusión de aluminio, reducir la cantidad de alimentación de alúmina a un sistema asociado de depuración en seco al menos nivel que permite mantener el contenido de HF del gas descargado por debajo del requerido por las consideraciones ambientales, ya que ello permite

alimentar una gran proporción de las cubas con alúmina de alta pureza que no ha sido contaminada en el depurador, y por lo tanto permite que una proporción sustancial de las cubas produzcan Al de mayor pureza que en el procedimiento convencional. La menor proporción de alimentación de alúmina al sistema depurador puede dirigirse a aproximadamente la misma proporción del número total de cubas de la nave y usarse para la producción de un grado inferior de aluminio, en el que pueden tolerarse un nivel más alto de impurezas en trazas.

Además del contenido de flúor, la alimentación de alúmina al sistema depurador sorbe dióxido de azufre, que procede principalmente del azufre de los ánodos de las cubas, pero además procede de otras materias primas introducidas en la caba. Cuando la alúmina que contiene dióxido de azufre sorbido cae en el electrolito fundido (cuando se rompe la costra de la superficie del baño), la temperatura de la alúmina aumenta, con el resultado de que se desprende dióxido de azufre, que puede contaminar el medio ambiente de trabajo, dependiendo del tipo de caba. Sería ventajoso para el medio ambiente que rodea las cubas que pudiera reducirse la cantidad total de dióxido de azufre devuelta al grupo de cubas de una nave. Esto se conseguiría si la cantidad de dióxido de azufre absorbido del gas de la nave en la depuración en seco pudiera reducirse, manteniendo al mismo tiempo en el nivel deseado la eficacia de la separación de fluoruros. Se ha descubierto en la invención que un procedimiento, que requiere sólo una cantidad relativamente pequeña de alúmina, gracias a la alta eficacia de contacto del gas residual con la alúmina, da

5 Como resultado una sorción selectiva del HF con preferen-
cia al SO_2 . Esto da como resultado una disminución de la
cantidad de SO_2 sorbido sobre la alúmina depuradora y de-
vuelta a las cubas. Así pues, una ventaja adicional de
una operación con depurador en seco con una menor alimen-
tación de alúmina es una menor contaminación del medio am-
biente de trabajo de la nave.

10 Sólo puede conseguirse un funcionamiento satis-
factorio de un depurador en seco con una alimentación de
alúmina considerablemente menor del 100% de los requeri-
mientos de la cuba, empleando de modo más completo la ca-
pacidad de sorción de la alúmina para el HF. Para conse-
guirlo, se requiere un aumento de la eficacia del contac-
to, es decir, del tiempo de contacto y del grado de en-
tremezclado de la alúmina con el gas de escape de la cu-
ba. Hasta ahora, tal contacto mejor se ha conseguido, bien
usando un aparato relativamente costoso, tal como un le-
cho fluidizado, o por medio de procedimientos más sencil-
los, tales como añadir la alúmina en un punto en que la
20 velocidad del gas primario se aumenta notablemente, por
ej. por medio de un venturi. Ninguno de los modos más sen-
cillos ha mostrado ser plenamente satisfactorio.

25 Es un objeto de la presente invención conseguir
un procedimiento de sorción de gases que permite la utili-
zación de un aparato relativamente sencillo, y que, en el
caso de la sorción de fluoruro de hidrógeno de gases resi-
duales, permite un funcionamiento con diferentes calida-
des de alúmina, que tienen diferentes capacidades para
sorber fluoruro de hidrógeno.

En uno de sus aspectos, la presente invención se

basa en un procedimiento para la sorción de componentes gaseosos reactivos de una corriente gaseosa, que comprenden de introducir una corriente gaseosa sustancialmente tangencial en un punto adyacente al fondo de una cámara vertical de sección circular, separar dicha corriente gaseosa axialmente en la parte superior de dicha cámara, e introducir continuamente un sorbente sólido en partículas para dichos componentes, adyacente a la periferia de dicha cámara y en una región superior de la misma. Aunque en algunas circunstancias la velocidad del gas puede ser de hasta 60 metros/seg o incluso superior, el gas se introduce preferiblemente en la parte inferior de la cámara a una velocidad en el intervalo de 5-50 metros/seg, y más preferiblemente en el intervalo de 5-20 metros/seg.

En comparación con otros procedimientos alternativos de depuración, se sabe que el procedimiento de la presente invención permite mantener un mayor tiempo de contacto entre las partículas sólidas y la corriente gaseosa, y ésto causa una mayor eficiencia de sorción del fluoruro de hidrógeno.

En esta disposición, el gas que asciende por la columna tiene un movimiento con una componente horizontal y con una componente vertical. Las partículas descendentes siguen una trayectoria algo helicoidal, y hay un movimiento relativo entre las partículas descendentes y la corriente gaseosa, tanto en dirección vertical como horizontal. Esto mejora la eficacia de contacto entre el gas y las partículas de alúmina en comparación con un sistema en el que las partículas de alúmina se inyectan en una corriente gaseosa en una conducción.

Al efectuar la depuración de una corriente gaseosa para separar fluoruro de hidrógeno, la alimentación de alúmina que se añade a la corriente gaseosa en la parte superior de la cámara puede ser totalmente alúmina de nueva aportación, o puede ser en parte alúmina recirculada recogida del sistema. No obstante, puede ser preferible utilizar únicamente alimentación de alúmina de nueva aportación. Además puede ser preferible recoger una mayor fracción en la parte inferior de la cámara y una fracción distinta que sale de la parte superior de la cámara, ya que la fracción superior lleva una mayor carga de impurezas sólidas tomadas del gas residual bruto entrante. Una porción sustancial de estos contaminantes indeseables puede separarse del sistema tratando la fracción superior, que constituye sólo una pequeña proporción de la cantidad total de alúmina suministrada.

Según otro aspecto de la invención, un aparato para el tratamiento de una corriente gaseosa, para sorber componentes no deseados de la misma, comprende un recipiente cilíndrico vertical, una entrada de gas tangencial en el extremo inferior de dicho recipiente, una salida de gas axial en el extremo superior del recipiente, un colector de filtro para separar partículas sólidas de dicha corriente gaseosa, dispuesto por encima de la parte superior o aguas abajo de dicho recipiente, y medios para introducir material sólido en partículas en dicho recipiente por su extremo superior, adyacente a la periferia. Pueden disponerse medios para mantener un lecho de partículas sólidas en un estado fluidizado en el extremo inferior del recipiente. Puede disponerse un tubo que sobresale hacia

arriba de la parte inferior del recipiente y atraviesa una pantalla permeable que constituye el suelo de dicho lecho fluidizado. Este tubo puede servir de medio de succión de partículas sólidas de dicho lecho, o para introducir una corriente rápida de gas dirigida hacia arriba sobre el eje del recipiente, para elevar partículas sólidas desde la parte inferior del recipiente hasta el colector de filtro situado por encima del extremo superior o aguas abajo de la columna.

El objeto de fluidizar las partículas de alúmina en la parte inferior del recipiente es mantener la alúmina en movimiento de modo que pueda volver a entrar en la zona de reacción, o para una mayor facilidad de separación por cualquiera de las salidas superior o inferior.

Para conseguir un rendimiento óptimo, las proporciones de las áreas de la sección perpendicular de los pasos de entrada y salida entre sí y con relación al área de la sección perpendicular del recipiente del reactor, son de importancia, como ocurre en la teoría del ciclón tipo. Se prefiere que el área de la sección perpendicular de la entrada y el área de la sección perpendicular de la salida sean aproximadamente iguales, por ej. una proporción de 0,8-1,2:1. El diámetro de la columna del recipiente de reacción pueden variar entre alrededor de 1,5 y 3 veces el diámetro del paso de salida, pero lo más preferible es que sea alrededor del doble del diámetro de la salida. La altura de la columna del recipiente es de importancia para conseguir un tiempo adecuado de retención de alúmina, y ha de estar preferiblemente en el intervalo de 3-20 veces, y más preferiblemente 3-10 veces, el diámetro del paso de salida

para conseguir un rendimiento óptimo. En muchos casos el coste de la estructura puede reducirse empleando una columna mucho más corta, es decir que tiene una altura de 3-7 veces el diámetro del paso de salida, con poco sacrificio de rendimiento. Como compromiso entre coste y rendimiento óptimo, una proporción de diámetro de la columna del recipiente/ diámetro de salida de 5-6:1 da buenos resultados.

Para tratar una corriente gaseosa de 10.000-20.000 m³/h se prefiere una columna de un diámetro de 1-1,5 metros. El gas que sale del grupo de cubas puede ser de hasta 100.000-150.000 m³/h, y para tratar esta cantidad en un sólo reactor es necesario un recipiente de gran diámetro para la columna de reacción.

Puede usarse cualquier tipo de colector de filtro en la parte superior de la columna o aguas abajo de la misma, pero normalmente se prefiere el tipo de bolsa de pulsación para recoger alúmina en las instalaciones de depuración en seco.

El colector de filtro puede estar situado directamente encima de la columna, en cuyo caso el material retenido en el filtro se recoge preferiblemente en un espacio colector que circunda al paso de salida de la columna, y preferiblemente se disponen medios para mantener el material en el espacio colector en estado fluidizado. Unas conducciones de descarga permiten retirar este material recogido del sistema o reciclarlo a la parte superior de la columna.

Según otra característica de la invención, se proporciona un método de hacer funcionar un grupo de cubas electrolíticas para la producción electrolítica de

aluminio, por paso de corriente eléctrica entre un ánodo y un cátodo en contacto eléctrico con un baño fundido de un fundente que contiene fluoruro en el que se disuelve alúmina, que incluye la extracción de una corriente gaseosa residual de dicho grupo de cubas, y el paso de dicha corriente gaseosa residual a un sistema depurador para la separación de su contenido de fluoruros gaseosos, incluyendo dicho sistema una o más cámaras de tratamiento, con la mejora que comprende suministrar la corriente gaseosa residual al extremo inferior de una cámara cilíndrica vertical, permitir que dicha corriente gaseosa ascienda en dicha cámara, y separar dicha corriente gaseosa del extremo superior de dicha cámara, introducir continuamente material de alúmina en partículas en el extremo superior de dicha cámara, y dejar que dicho material descienda, en flujo en contracorriente con dicho gas ascendente, para sorber componentes de fluoruros gaseoso de dicho gas, recoger dicho material de alúmina de la cámara de tratamiento, o de cada una de las cámaras. y suministrar dicha alúmina recogida a una parte de dicho grupo de cubas, y suministrar alúmina de nueva aportación al resto del grupo de cubas.

El contacto de una corriente gaseosa ascendente con un flujo descendente de alúmina en partículas permite un contacto gas/alúmina más eficaz, con mejor sorción de contaminantes de la corriente gaseosa. Se prefiere que este contacto se efectúe mientras el gas sigue una trayectoria helicoidal hacia arriba.

Se describirá ahora con más detalle un aparato para efectuar el procedimiento de la invención, con refe-

rencia a los dibujos, en los que:

La Figura 1 muestra en forma de diagrama un corte vertical a través de una forma del aparato.

5 la Figura 2 es un corte horizontal por la línea II-III de las Figuras 1 y 5;

la Figura 3 es un corte vertical esquemático de una forma diferente del aparato;

la Figura 4 es una vista de una forma modificada de la parte inferior del aparato de la Figura 3;

10 la Figura 5 es un corte vertical esquemático de la misma forma de aparato que la de la Figura 1, pero con el colector de filtro situado directamente encima de la columna de reacción; y

15 la Figura 6 es una representación gráfica de los resultados de los Ejemplos 1 y 2.

Como puede verse en la Figura 1, el cuerpo principal de la columna, dentro de la cual tiene lugar la sorción, consta de una cámara cilíndrica vertical 11. En el extremo inferior, la cámara 11 tiene un distribuidor en espiral 1 que tiene una entrada 17 para el gas residual bruto que ha de depurarse por contacto con material sólido en partículas, por ejemplo gas de escape de una cuba de reducción de aluminio que contiene fluoruro de hidrógeno que ha de ponerse en contacto con alúmina en partículas. El distribuidor en espiral 1 sirve para introducir el gas tangencialmente en el extremo inferior de la cámara 11. En la entrada del distribuidor espiral 1 (que es de sección rectangular como se muestra en la Figura 2) hay dispuesta una placa 2 ajustable angularmente. Esta sirve para regular la velocidad del gas inyectado en el

extremo inferior de la cámara. Esta placa 2 se ajusta por medio de un dispositivo de control 2a, por ejemplo un volante de accionamiento manual. Se entenderá que, el cambiar la posición angular de la placa, cambia la velocidad del gas que pasa entre la placa 2 y la periferia exterior del distribuidor 1. Para lograr un funcionamiento eficaz del aparato, la velocidad de la corriente gaseosa en este lugar está comprendida preferiblemente entre 5 y 50 metros /seg., y más preferiblemente en el intervalo de 5-20 metros/seg. Es de gran importancia inyectar el gas a una velocidad adecuada para conseguir una distribución conveniente del flujo de gas en la cámara.

En el aparato de la Figura 1 hay dispuesta una salida axial 3 de gas, en la parte superior de la columna 11, para conducir el gas a cualquier forma adecuada de filtro. En el aparato de la Figura 5 hay dispuesta una salida axial 13 de gas, que conduce a un aparato de filtro de manga 12 para separar cualquier partícula fina arrastrada. El filtro mostrado en la Figura 5 es el conocido tipo de pulsación, de modo que las partículas recogidas en las mangas de filtración se sacuden periódicamente y se devuelven a la parte inferior de la cámara de filtración.

El sorbente sólido en partículas, por ejemplo alúmina, se introduce en el cámara 11 en forma de corriente continua o intermitente a través de una o más entradas 4 de alimentación, dispuestas para introducir el material sólido en corriente gaseosa móvil helicoidal cerca de la periferia de la cámara. Cuando se está sorbiendo HF, el sorbente puede constar total o parcialmente de alúmina de nueva aportación. Alternativamente, parte de la alúmi-

na puede estar constituida por material recirculado desde la parte inferior del filtro 12, por una entrada 4a de alimentación (Figura 5). La entrada o entradas 4, 4a de alimentación pueden estar dispuestas en la periferia de la cámara 11, o cerca de dicha periferia, o estar dispuestas de modo que proyectan el material sorbente hacia afuera, en dirección a la pared periférica de la cámara 11.

Las partículas más gruesas descienden gradualmente hasta la parte inferior de la cámara a través de la corriente gaseosa helicoidal ascendente, y se recogen en una pantalla 5 permeable al aire, dispuesta sobre un espacio de aire 6 al que se suministra aire por medio de una soplante 7. El aire que asciende a través de la pantalla 5 sirve para mantener las partículas en un estado fluidizado en el lecho 10. La profundidad del lecho 10 se mantiene típicamente en alrededor de 200 mm.

Un tubo axial 8 se extiende hacia arriba a través de la parte inferior del aparato. El extremo superior del tubo sobresale ligeramente por encima del nivel de la pantalla 5, entrando en la región ocupada por el lecho fluidizado 10. La función del tubo 8 es separar alúmina (u otro sorbente) que se ha recogido en el lecho fluidizado 10 en la parte inferior de la cámara. El tubo 8 puede emplearse de más de un modo. Puede usarse para descargar la alúmina recogida a través de una compuerta convencional 19. Alternativamente, puede emplearse para transportar la alúmina recogida hacia arriba y afuera a través de la salida de gas, como se ilustra en las Figuras 1 y 5. En la Figura 5, el material sólido del lecho fluidizado 10 se recoge en el filtro de manga 12, al que se transpor

ta por medio de gas o aire que entra por la soplante 9. Se entenderá que en la cámara 11 en funcionamiento hay una corriente gaseosa helicoidal gaseosa rápida en la región de la periferia de la cámara, pero en la región axial de la cámara (con la soplante 9 funcionando) hay una corriente de gas rápida dirigida axialmente y hacia arriba. Con este fin se aspira una corriente de gas de la conducción de entrada 17, a través de una tubería 18, por medio de una soplante 9. Alternativamente, la soplante 9 puede aspirar aire de la atmósfera para este fin. La alúmina recogida en el lecho fluidizado 10 se transporta hacia arriba hasta la unidad de filtración 12 por arrastre en la última corriente.

La corriente axial de gas o aire de la soplante 9 puede ser continua o intermitente. Al entrar en la cámara de filtración 12 de la Figura 5, la corriente choca con un cono deflector invertido 30, que hace caer a las partículas más pesadas, y sirve además para evitar que caigan de nuevo partículas de la manga filtrante en la cámara 11 a través de la salida 13.

Cuando el filtro está situado por encima de la columna, como en la Figura 5, la alúmina recogida en la parte inferior de la cámara de filtración 12 se mantiene en estado fluidizado por medio de aire suministrado a un espacio entre la parte superior de la cámara 11 y una pantalla 16. El suministro de aire a este espacio se hace a través de una tubería 31 a partir de una soplante 7. Puede aspirarse alúmina de este lecho fluidizado por la conducción 14. Parte de la alúmina así retirada puede hacerse volver a la cámara 11 por la entrada 4a ya citada, por

funcionamiento de una válvula 14a.

5 El gas residual se hace pasar a través del sistema depurador de la Figura 5 por medio de una soplante (que no se muestra) que está situada aguas abajo de la salida 15 del alojamiento del filtro, llevando la soplante el resto del gas residual a una chimenea para su descarga a la atmósfera.

10 En el aparato descrito, el contacto entre la alúmina en partículas y el gas se efectúa de dos modos separados. En primer lugar, hay un contacto entre la corriente ascendente y vorticial de gas con las partículas de alúmina introducidas por la parte superior de la cámara 11, a través de entradas de alimentación 4 y 4a. En segundo lugar, hay un contacto del gas que entra en la cámara desde el

15 distribuidor espiral 1 con las partículas de alúmina del lecho fluidizado 10.

20 El aparato mostrado en la Figura 3 puede considerarse como una forma algo simplificada del aparato reactor mostrado en la Figura 1. Las piezas iguales se identifican por números iguales que en la Figura 1. La diferencia entre la realización mostrada en la Figura 1 y la de la Figura 3 es que en la Figura 3 la alúmina que se recoge en la parte inferior de la cámara siempre es aspirada a través del tubo 8. Una pequeña fracción del sorbente es transportada a través de la salida 13 a la parte superior de

25 la cámara 11, y se recoge en un filtro situado por encima o aguas abajo de la cámara del reactor. En este aparato, la alúmina añadida puede ser de nueva aportación o recirculada, y la pequeña fracción recogida se somete preferiblemente a un tratamiento independiente para eliminar de

30

la misma los contaminantes. Esta disposición se prefiere para cubas electrolíticas equipadas con ánodos Soderberg, porque las partículas de brea o alquitrán procedentes de los mismos se recogen en gran proporción en la pequeña fracción.

La Figura 4 muestra otra realización alternativa de la parte inferior de una cámara de reacción. En esta alternativa no hay ningún lecho fluidizado en la parte inferior de la cámara. En su lugar, la alúmina se recoge en una tolva cónica 20, desde la que es aspirada a través de un tubo 28 por medio de la compuerta 19.

El aparato de la presente invención es eficaz para la sorción de fluoruro de hidrógeno de un gas residual de cuba electrolítica usando una amplia gama de alúminas, por ejemplo con alúmina que tiene una superficie específica de 80-90 m²/g o mayor, y alúmina que tiene una superficie específica inferior, de 40 m²/g o menos, y así mismo alúminas que tienen una superficie específica situada entre las anteriores.

Los ejemplos de ensayos del funcionamiento del aparato según la invención son los siguientes.

Ejemplo 1

Un gas de escape, que contenía aproximadamente 45-60 mg de fluoruros gaseosos por m³ normal, de una nave de cubas que tiene cierto número de cubas de reducción de aluminio equipadas con electrodos de tipo precocido, se introdujo en el aparato según la realización de la Figura 1, por la conducción de entrada 17 a caudales dentro del intervalo de 13.500-15.000 m³ normales/h. La propor-

5 ción de las áreas de la sección perpendicular de la columna y la salida de gas era de 1:1, y la proporción de la altura de la columna a la cámara de salida de gas era de 5,5:1. Las velocidades del gas de entrada medidas junto a la placa reguladora 2 estaban en el intervalo de 12-20 m/seg. Por conveniencia, esta última realización se denominará en adelante reactor con salida superior de alúmina, ya que toda la alúmina recogida se descargó por tal sitio. Se introdujo en el aparato alúmina de nueva aportación, 10 que tenía una alta capacidad de sorción para fluoruro de hidrógeno y una superficie específica en el intervalo de 80-90 m²/g, a cuatro velocidades de alimentación diferentes controladas, a través de la entrada de alimentación 4. Por conveniencia, la alúmina anterior se denomina en adelante Alúmina Tipo 1. 15

Se tomaron muestras simultáneas del gas de la conducción de entrada al reactor y de la conducción de salida del filtro de manga con pulsación, aguas abajo del reactor, durante períodos de ensayo de 3 horas, y se analizó el contenido de F gaseoso por procedimientos bien conocidos en la técnica. 20

Para condición de ensayo, la Tabla 1 muestra el número de ensayos hechos, la velocidad de alimentación de alúmina usada, los contenidos de F gaseoso del gas, y las 25 eficacias de eliminación de fluoruros gaseosos para el sistema depurador. Esta serie de ensayos se denomina en la Tabla 1 Serie de Ensayos 1.

Puede verse que con Alúmina Tipo 1, en estas condiciones de ensayo, la eficacia de depuración de F gaseoso del sistema era de más del 90%, aunque la velocidad 30

de alimentación de alúmina de nueva aportación se redujo al 14% de los requerimientos de la cuba.

Ejemplo 2

5 Se hizo una serie de ensayos similares a los del
Ejemplo 1, con la misma Alúmina Tipo 1 y en el mismo aparato,
pero con el aparato funcionando según la realización
de la Figura 3. La velocidad de entrada del gas era la misma
que en el Ejemplo 1. Por conveniencia, esta última realización
10 se denomina reactor con salida inferior de alúmina.
Las condiciones de ensayo y los resultados de esta serie
de ensayos se presentan también en la Tabla 1, con la
denominación Serie de Ensayos 2. En la Serie de Ensayos 2,
la alúmina recogida por separado por el filtro de manga
15 constituía alrededor del 20-30% de la alúmina suministrada
al sistema de depuración en seco.

Para permitir la comparación de las diversas realizaciones
del aparato de la invención con los procedimientos de la técnica
anterior, la Tabla 1 presenta también los resultados de otras
20 dos series de ensayos usando también Alúmina Tipo 1. En ninguna
de las series se usó el aparato de la invención; la alúmina se
inyectó directamente en la conducción de gas de escape de la
nave de cubas, aguas arriba de un filtro de manga convencional.
En este ensayo comparativo, el tiempo de permanencias de la
25 alúmina en la corriente gaseosa, entre el punto de inyección
y la recogida en el filtro de manga, era de aproximadamente
0,5 a 1,0 segundo. Este es típico de los tiempos de contacto
en operaciones a escala comercial similares.
30 En la Serie de Ensayos 3, la alúmina recogida en el fil-

tro de manga se recirculó al punto de inyección de alúmina de nueva aportación a una velocidad aproximada de 250 kg/h/cuba, equivalente a aproximadamente el 300% de los requerimientos de alúmina de nueva aportación de la cuba. En la Serie de Ensayos 4 no se usó tal recirculación.

La variación de la eficacia de depuración de HF con las velocidades de adición de alúmina de nueva aportación para las cuatro series de ensayos indicadas en la Tabla 1 se presenta en forma gráfica en la Figura 6. Se han trazado líneas de tendencia a través de los puntos del gráfico que representan cada serie de ensayo. La gráfica muestra que se efectúa significativamente más depuración de HF gaseoso para una velocidad dada de suministro de alúmina de nueva aportación con el aparato que sin él.

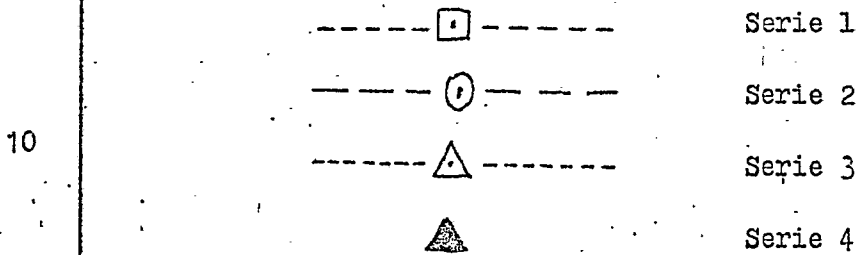
Del ejemplo 2 se calcula que la alimentación de Alúmina 1 en una proporción del 20% de los requerimientos totales de la nave de cuba al reactor mantendrá el contenido de HF del gas limpio en niveles aceptables desde el punto de vista del medio ambiente. Esto es válido para todos los niveles de HF esperables en el gas de una cuba equipada con electrodos precocidos. Esto permite alimentar el 80% de las cubas de la nave con alúmina que no ha pasado a través del sistema depurador.

De ésto se deduce que la alúmina recogida en el sistema de filtros de manga y sometida a un tratamiento opcional de eliminación de impurezas constituye sólo alrededor del 4-6% de los requerimientos totales de alúmina de la nave de cubas.

Puede verse en la Figura 6 que la eficacia de depuración del reactor usando la salida superior de alú-

mina y la salida inferior de alúmina es virtualmente la misma.

5 En dicha Figura 6, en ordenadas se representa la eficacia de depuración, F_G , en %, y en abscisas, el % del requerimiento de la cuba, para alimentación de alúmina de nueva aportación.



15 En la mayoría de los casos se preferirá hacer trabajar el reactor con salida superior de alúmina, por la mayor sencillez en la posterior alimentación de la alúmina a las cubas de la nave de cubas. Sin embargo, se prefiere la salida inferior si se desea tratar la fracción de alúmina que sale de la parte superior para la eliminación de contaminantes. Este sistema se preferirá en la mayoría de los casos en que las cubas están equipadas con ánodos Soderberg de espárrago verticales.

25 Ejemplo 3

Se introdujo en el reactor con salida inferior de alúmina una Alúmina Tipo 2, que tenía una capacidad de sorción ligeramente menor para el fluoruro de hidrógeno que la Alúmina Tipo 1, y que tenía una superficie específica en el intervalo de 70-80 m²/g. Los parámetros opera-

5 tivos de velocidad de entrada de gas y caudal total de gas eran los mismos que en los Ejemplos 1 y 2. Se efectuaron tomas de muestra y análisis de modo idéntico al de los Ejemplos anteriores, y las condiciones de ensayo y los resultados se presentan en la Tabla 2, en la que esta serie de ensayos se denomina Serie de Ensayos 5.

10 Para comparación con los procedimientos de la técnica anterior, la Alúmina 2 se sometió a ensayo en las mismas condiciones que en la Serie de Ensayos 3 y 4. Estos ensayos comparativos se denominan Serie de Ensayos 6 y 7 en la Tabla 2.

15 De la comparación de la eficacia de depuración del HF de los resultados de la Serie de Ensayos 5 con los resultados de las Series 6 y 7, es evidente que el uso del aparato de la invención ha permitido efectuar significativamente más depuración de HF por medio de Alúmina Tipo 2 para una velocidad dada de utilización de alúmina.

Ejemplo 4

20 Se introdujo en el reactor con salida superior de alúmina una Alúmina Tipo 3, que tenía una capacidad de sorción considerablemente menor para el fluoruro de hidrógeno que las Alúminas Tipos 1 y 2, y que tenía una superficie específica en el intervalo de 50-60 m²/g. El caudal de gas y la velocidad de entrada eran los mismos que en los Ejemplos 1 y 2. Se efectuaron tomas de muestras y análisis de modo idéntico al de los Ejemplos anteriores, y las condiciones de ensayo y los resultados se presentan en la Tabla 3, en la que la serie de ensayos se denomina Serie de Ensayos 8 y se compara con las Series de Ensayos

25

30

9 y 10 obtenidas en condiciones semejantes con las Series de Ensayos 3 y 4.

Del examen de la Tabla 3 se deduce que el uso del aparato de la invención ha permitido efectuar significativamente más depuración de F gaseoso por medio de Alúmina Tipo 3 para una velocidad de utilización dada, que en las Series de Ensayos 9 y 10. Sin embargo, se efectúa menos depuración, con una velocidad de utilización dada de Alúmina Tipo 3 en sistema depurador dado, que usando las mismas velocidades de utilización de Alúminas Tipos 1 y 2, por la menor capacidad de sorción para el fluoruro gaseoso de la primera, es decir que esta alúmina está más cercana a la saturación con HF sorbido que las Alúminas 1 ó 2.

15

20

25

30

27038

TABLA I
Alúmina Tipo I

Ensayo	Condi- ciones	Nº de Ensayos	Velocidad de administra- ción de alúmina		Gas primario		Gas limpio		Eficacia de de puración de F gaseoso, %
			% de los re- querimientos de la cuba	g/Nm ³ de gas prima- rio	mg/Nm ³ F	g/hr/cuba F	mg/Nm ³ F	g/hr/cuba F	
Serie 1 Ejemplo 1	Reactor con Salida su- perior	9	22	2,40	55,6	402,5	1,03	8,8	97,8
		3	18	1,96	55,3	402,2	1,53	12,9	96,8
		4	14	1,44	44,4	335,4	2,82	24,3	92,8
		6	7	0,75	61,7	458,2	9,19	79,5	82,7
Serie 2 Ejemplo 2	Reactor con Salida in- ferior	3	21	2,20	32,8	243,1	0,34	2,81	98,8
		6	13	1,37	28,7	213,2	1,10	18,2	91,5
		2	6	0,64	23,8	177,2	4,27	35,5	80,0
Serie 3 Ejemplo 2	Recircula- ción	3	44	4,65	45,6	339,6	0,72	6,0	98,2
		6	29	3,36	54,9	376,2	3,28	25,8	93,1
		10	13	1,37	53,6	386,2	9,61	81,5	78,9
Serie 4 Ejemplo 2	Sin recircu- lación Sin reactor	3	45	5,23	60,2	408,7	2,80	22,3	94,6

TABLA 2
Alúmina Tipo 2

Ensayo	Condiciones	Nº de ensayos	Velocidad de alimentación de alúmina		Gas primario		Gas Limpio		Eficacia de depuración de F gaseoso %
			% de los requerimientos de la cuba	g/ Nm ³ de gas primario	mg/ Nm ³ F	g/hr/cuba F	mg/ Nm ³ F	g/hr/cuba F	
Serie 5 Ejemplo 3	Reactor con salida inferior	17	23	2,64	32,7	223,1	0,47	3,7	98,3
			19	2,18	37,0	254,9	1,66	13,3	94,8
			16	1,76	33,5	240,2	0,86	7,2	97,0
			13	1,45	28,7	201,8	1,02	8,3	95,9
			9,5	1,04	32,8	236,7	4,85	40,3	83,0
			6	0,68	36,5	257,6	8,13	66,7	74,1
Serie 6 Ejemplo 3	Recirculación	18	40	4,53	38,0	263,5	0,69	5,5	97,9
			29	3,32	40,1	273,0	2,07	16,4	94,0
			17	1,90	49,1	342,3	7,72	61,7	82,0
			15,5	1,76	54,7	380,8	6,93	55,3	85,5
Serie 7 Ejemplo 3	Sin reactor Sin recirculación	6	40,5	4,46	46,5	330,6	5,08	42,6	87,1

TABLA 3
Alúmina Tipo 3

Ensayo	Condiciones de ensayo	Nº de ensayos	Velocidad de alimentación de alúmina		Gas primario		Gas limpio		Eficacia de depuración de F gaseoso %
			% de los requerimientos de la cúbica	g/Nm ³ de gas primario	mg/Nm ³ F	g/hr/cuba F	mg/Nm ³ F	g/hr/cuba F	
Serie 8 Ejemplo 4	Reactor con salida superior	6	28	3,07	48,5	351,0	0,62	5,2	98,5
			23,5	2,66	52,6	363,5	1,85	15,3	95,8
			15	1,59	44,6	328,4	6,60	56,6	82,8
			10	1,10	52,8	367,3	13,05	106,3	71,1
Serie 9 Ejemplo 4	Recirculación	3	52	5,65	54,1	387,6	1,43	12,2	96,9
			40	4,79	59,3	389,8	2,97	23,8	93,9
			29	3,23	59,1	417,8	4,15	34,7	91,7
Serie 10 Ejemplo 4	Sin recirculación Sin reactor	3	51,5	5,81	38,7	268,6	1,14	9,1	96,6

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1^a.- Un procedimiento de sorción de componentes sorbibles de una corriente gaseosa introduciendo una corriente gaseosa por el extremo inferior de una cámara vertical alargada de sección circular y retirando la corriente gaseosa desde el extremo superior de la cámara, e introduciendo continuamente en la cámara un sorbente sólido en partículas para dichos componentes sorbibles y retirando de la cámara dicho sorbente sólido en partículas que tiene absorbido sobre él dichos componentes sorbibles, caracterizado porque la corriente gaseosa es introducida tangencialmente en la cámara a una velocidad de gas de 5-50 metros/segundo y es retirada axialmente desde la cámara, y porque el sorbente sólido en partículas es introducido en la cámara por el extremo superior, cerca de la periferia de la misma.

2^a.- Un procedimiento según la reivindicación 1^a, en el que la velocidad de entrada de dicha corriente gaseosa está en el intervalo de 5-20 metros/seg.

3^a.- Un procedimiento según las reivindicaciones 1^a o 2^a, que incluye además mantener una capa fluidizada de dicho sorbente sólido en partículas en la parte inferior de dicha cámara para facilitar la separación de dicho sorbente sólido de la parte superior o inferior de dicha cámara cilíndrica.

4^a.- Un procedimiento según la reivindicación 3^a, que incluye además dirigir una corriente gaseosa axialmente hacia arriba desde una entrada axial de aire adyacente al extremo inferior de dicha cámara.

5
10
5^a.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1^a a 4^a, que incluye además recoger una fracción principal del material en partículas en la parte inferior de dicha cámara y llevar una fracción pequeña de dicho material en partículas a través de dicha salida axial en la parte superior de dicha cámara y recuperar dicha fracción pequeña por filtración.

15
6^a.- Un procedimiento según la reivindicación 5^a, que incluye además tratar por separado dicha fracción pequeña para eliminar de ella el material impurificador sorbido.

15
7^a.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1^a a 6^a, en el que la corriente gaseosa es la corriente gaseosa residual de una o más cubas electrolíticas para la reducción de alúmina a aluminio, y el sorbente sólido en partículas es alúmina.

20
25
8^a.- Un procedimiento según la reivindicación 7^a, en el que una parte de la alúmina de alimentación para un grupo de cubas electrolíticas se introduce en la cámara alargada vertical, y la alúmina contaminada recuperada de la cámara se suministra a por lo menos una de dicho grupo de cubas electrolíticas al tiempo que se suministra alúmina nueva al resto de dicho grupo de cubas.

30
9^a.- Un aparato para uso en el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1^a a 8^a, que comprende una cámara alargada vertical de sección circular, medios para introducir una corriente gaseosa por el extremo infe-

rrior de la cámara y para retirarla desde el extremo superior de la misma, y medios para introducir un sorbente sólido en partículas para componentes sorbibles de la corriente gaseosa en la cámara y para retirar dicho sorbente desde la misma, caracterizado porque están previstos medios para introducir la corriente gaseosa tangencialmente en la cámara y para retirar axialmente la corriente gaseosa, y medios para introducir el sorbente sólido en partículas en la cámara por el extremo superior, cerca de la periferia de la misma.

10a.- Un aparato según la reivindicación 9a, que incluye además un suelo permeable por debajo de la entrada de gas para dicha corriente gaseosa, un espacio de aire por debajo de dicho suelo, y medios para suministrar aire a dicho espacio de aire para mantener el material en partículas, soportado por dicho suelo, permeable, en un estado fluidizado.

11a.- Un aparato según la reivindicación 10a, que incluye además un tubo dispuesto axialmente que tiene un extremo superior que sobresale ligeramente por encima de dicho suelo permeable, y que está colocado para ser sumergido por el material en partículas soportado por dicho suelo.

12a.- Un aparato según la reivindicación 11a, que incluye además medios para suministrar gas a dicho tubo para establecer un flujo axial de gas hacia arriba en dicho recipiente cilíndrico vertical.

13a.- Un aparato según la reivindicación 9a, que incluye además un fondo cónico en dicho recipiente cilíndrico, para recoger material en partículas.

14a.- Un aparato según las reivindicaciones 11a ó 13a, que incluye además una tubería axial de salida de material

en partículas en la parte inferior de dicho recipiente y una válvula que controla la salida de material en partículas a su través.

5 15ª.- Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 9ª a 14ª, que comprende medios de control en la entrada de gas a dicho recipiente, para controlar la velocidad del gas de entrada a un valor deseado.

10 16ª.- Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 9ª a 15ª, en el que el diámetro del recipiente es 1,5-3 veces el diámetro del paso de salida de gas.

17ª.- Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 9ª a 16ª, en el que la altura del recipiente es 3-20 veces el diámetro del paso de salida de gas.

15 18ª.- Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 9ª a 17ª, en el que el área de la sección transversal del paso de entrada es 0,8-1,2 veces el área de la sección transversal del paso de salida.

20 19ª.- Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 9ª a 18ª, que incluye además una cámara de filtros dispuesta sobre el recipiente, y que tiene un espacio colector de material en partículas dispuesto alrededor del paso de salida de gas.

25 20ª.- Un aparato según la reivindicación 19ª, que incluye además medios para mantener el material en partículas en un estado fluidizado en dicho espacio de recogida.

21ª.- Un aparato según las reivindicaciones 19ª o 20ª, que incluye además medios para recircular material en partículas desde dicho espacio de recogida hasta el extremo superior de dicho recipiente.

22ª.- Un procedimiento y un aparato de sorción de componentes sorbibles de una corriente gaseosa.

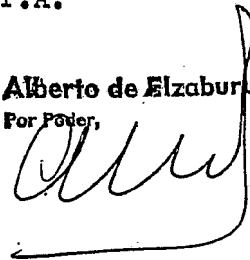
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veintinueve hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 18. ENE. 1979

P.A.

Alberto de Elzaburu
For Power,



17019
JAR=

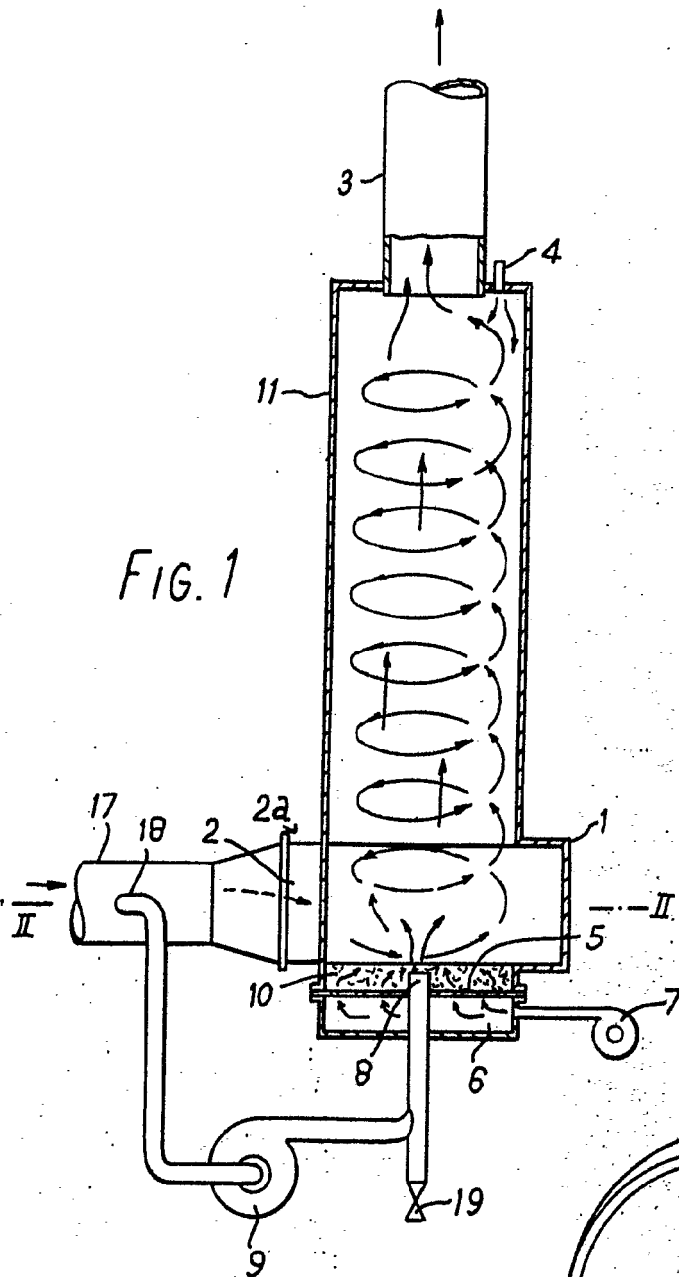
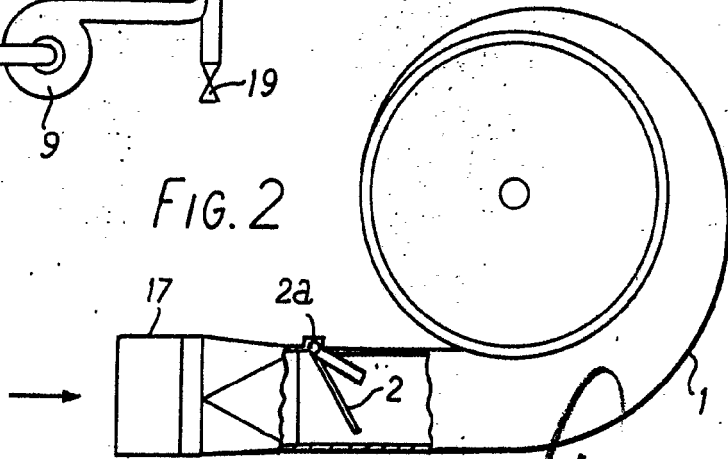
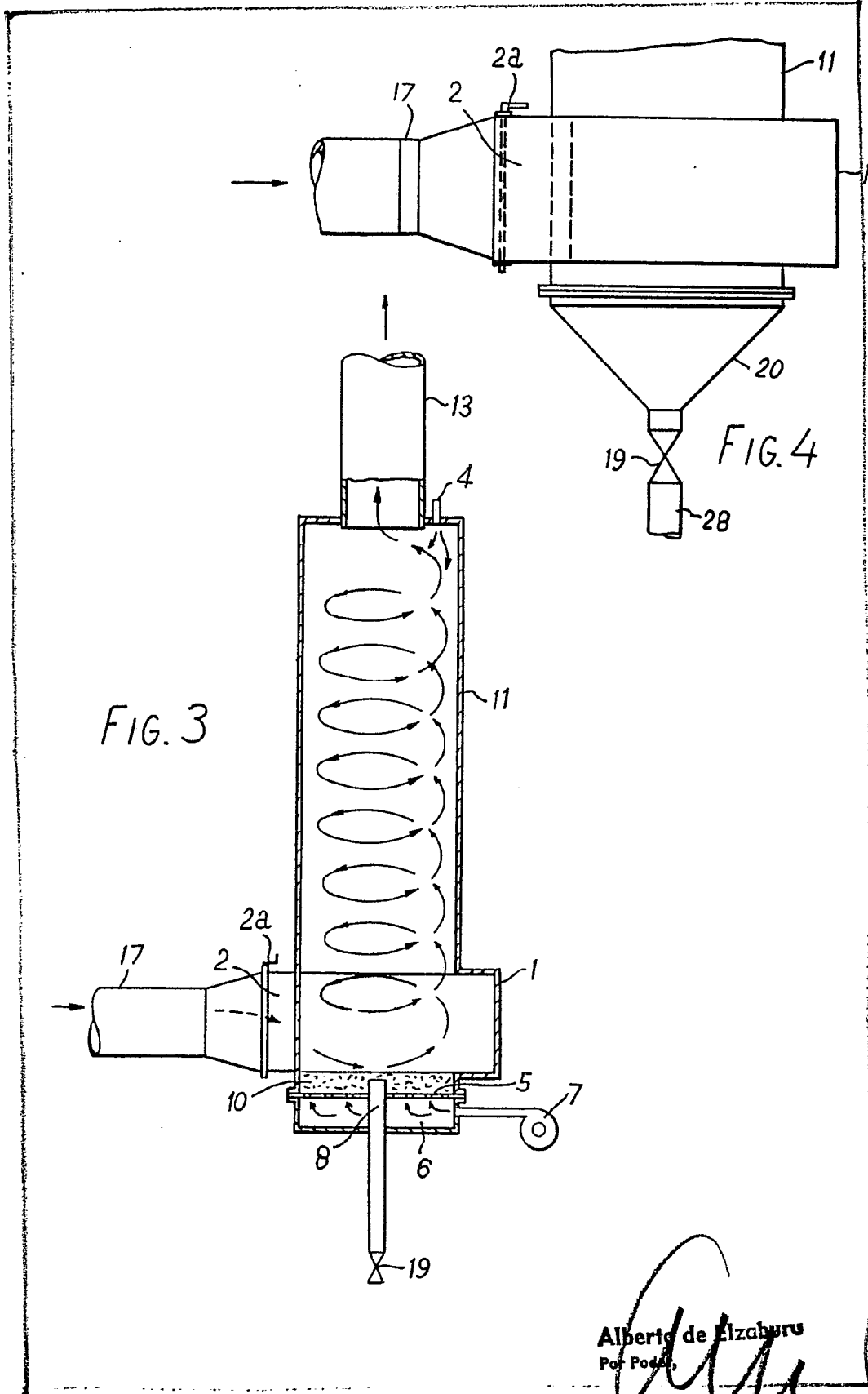


FIG. 1

FIG. 2



Albert de Elzouren
Por Poder



Alberto de Elizaburu
Por Poder

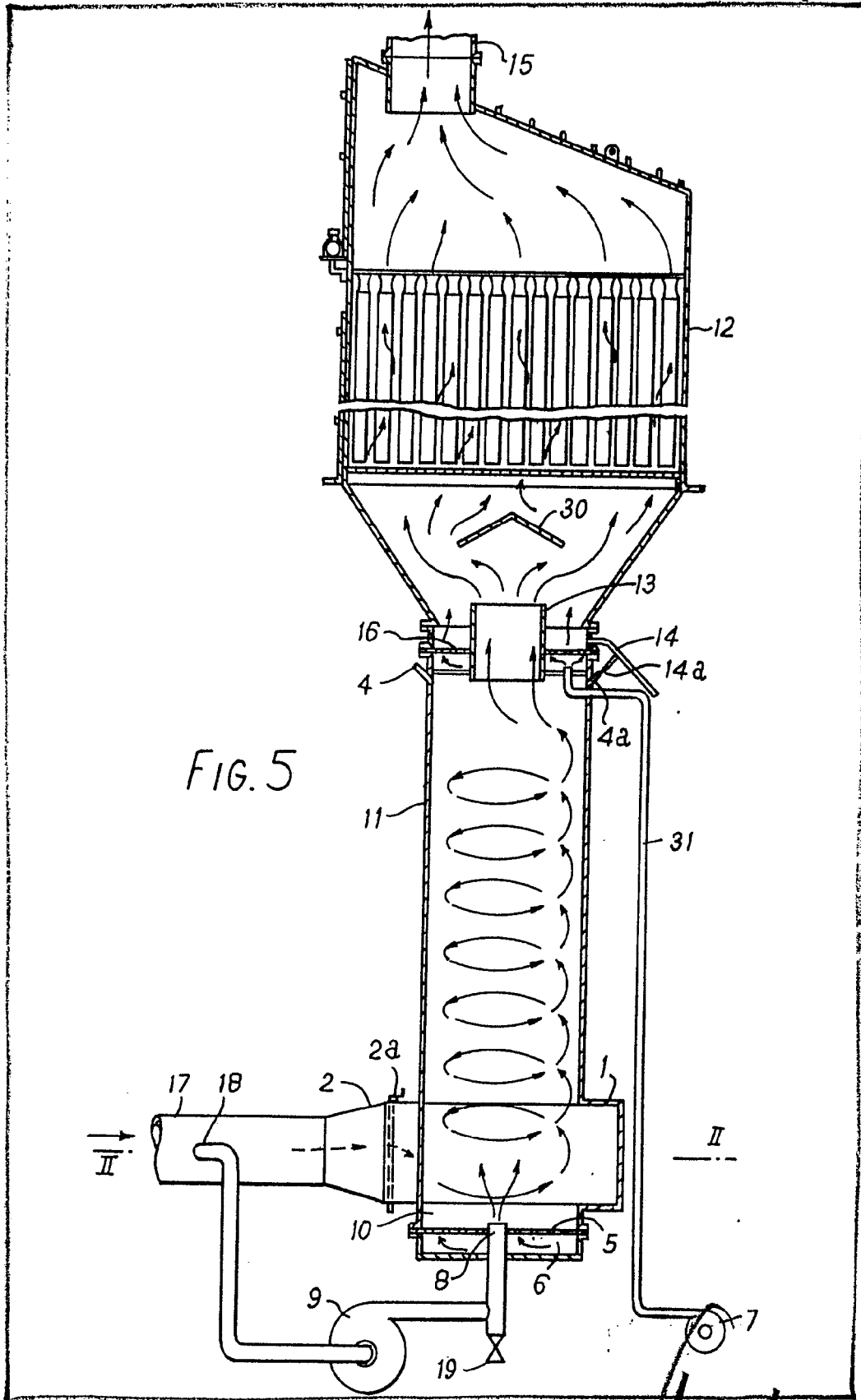


FIG. 5

Asbjørn de Buzgauru
For Patent

