

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 457**

51 Int. Cl.:

B01J 8/00 (2006.01)

B01D 47/00 (2006.01)

B01D 47/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2008 E 08737269 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2012 EP 2152398**

54 Título: **Aparato para tratar gas**

30 Prioridad:

18.05.2007 GB 0709502

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

01.04.2013

73 Titular/es:

**EDWARDS LIMITED (100.0%)
Manor Royal Crawley
West Sussex RH10 9LW , GB**

72 Inventor/es:

**SEELEY, ANDREW, JAMES y
WAKEFIELD, ANDREW, JAMES**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 399 457 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

Aparato para tratar gas.

La presente invención se refiere a un aparato para tratar gas, y encuentra particular uso en el tratamiento de gas que contiene partículas sólidas, tal como SiO₂, y gases ácidos, tal como HCl.

5 Los procesos de deposición epitaxial se utilizan cada vez más para dispositivos semiconductores de alta velocidad, para aplicaciones semiconductoras del compuesto como de silicio. Una capa epitaxial es una película de silicio de cristal simple que se hace crecer cuidadosamente. La deposición epitaxial utiliza un gas de fuente de silicio, típicamente silano o uno de los compuestos de clorosilano, tal como triclorosilano o diclorosilano, en una atmósfera de hidrógeno a alta temperatura, típicamente alrededor de 800 - 1100°C, y bajo una condición de vacío. Los
10 procesos de deposición epitaxial a menudo son dopados con pequeñas cantidades de boro, fósforo, arsénico, germanio o carbono, según se requiera, para el dispositivo que está siendo fabricado. Los gases de grabado suministrado a una cámara de proceso pueden incluir halocompuestos tales como HCl, HBr, BCl₃, Cl₂ y Br₂, y combinaciones de los mismos. Puede utilizarse cloruro de hidrógeno (HCl) u otro halocompuesto, tal como SF₆ o NF₃, para limpiar la cámara entre corrida de procesos.

15 En dichos procesos, solamente una pequeña proporción del gas suministrado a la cámara de proceso es consumido dentro de la cámara, y así una alta proporción del gas suministrado a la cámara es extraída de la cámara, junto con subproductos sólidos y gaseosos del proceso que se produce dentro de la cámara. Una herramienta de proceso típicamente tiene una pluralidad de cámaras de proceso, cada una de la que puede estar en el respectivo paso diferente en un proceso de deposición, grabado o limpieza. Por ello, durante el procesamiento de una corriente de
20 desechos formada de una combinación de gases extraídos de las cámaras puede tener diversas composiciones diferentes.

Antes de que la corriente de desechos sea ventilada a la atmósfera, la misma es tratada para eliminar gases y partículas sólidas seleccionadas de la misma. Los gases ácidos tales como HF y HCl son comúnmente eliminados de una corriente de gas utilizando un depurador de torre empaquetada, en el que los gases ácidos son recolectados
25 en la solución mediante un líquido depurador que fluye a través del depurador. El silano es pirofórico, y por lo tanto antes de que la corriente de desechos sea transportada a través del depurador es práctica común que la corriente de desechos sea transportada a través de un incinerador térmico para hacer reaccionar el silano u otro gas pirofórico presente dentro de la corriente de desechos con el aire. Cualquier compuesto de perfluoro tal como NF₃ también puede convertirse en HF dentro del incinerador.

30 Cuando el silano se quema, se generan grandes cantidades de partículas de sílice (SiO₂). Mientras muchas de estas partículas pueden recolectarse en suspensión por el líquido depurador dentro del depurador de torre empaquetada, se ha observado que la captura de partículas relativamente más pequeñas (por ejemplo, con un tamaño menor que 1 micrón) por el líquido depurador es relativamente pobre. En vistas de ello, es conocida, por ejemplo a partir del documento US 2005/0123461, la provisión de un precipitador electrostático corriente abajo del depurador para
35 eliminar estas partículas más pequeñas de la corriente de desechos.

La Figura 10 ilustra una disposición conocida de un depurador 10 y un precipitador electrostático 12 para eliminar los particulados sólidos de una corriente de gas. Un primer compartimiento 14 del depurador 10 contiene una torre empaquetada 16 de material de empaquetado irrigado por un líquido depurador, habitualmente agua, que es recibido en una entrada de agua 18 y pulverizado en la torre empaquetada 16. Una placa de tamiz 20 que soporta la
40 torre empaquetada 16 drena líquido depurador de la torre empaquetada 14 a un segundo compartimiento 22 del depurador 10. Un elemento de drenaje 24 drena el líquido depurador desde el segundo compartimiento 22 para la recirculación de nuevo a la entrada de agua 18.

Una entrada de gas 26 transporta la corriente de gas al segundo compartimiento 22 del depurador 10. El gas pasa hacia arriba a través de los orificios de la placa de tamiz 20 al primer compartimiento 14, en el que los gases ácidos y los particulados sólidos más grandes contenido en la corriente de gas son transferidos al líquido depurador que
45 pasa hacia abajo sobre el material de empaquetado. El gas depurado deja el depurador 10 a través de la salida de gas 28 ubicada en la parte superior del primer compartimiento 14, y es trasladado por la salida de gas 30 a la entrada de gas del precipitador electrostático 12.

El precipitador electrostático 12 contiene dos cámaras electrostáticas 34, 36 cada una conectada en un extremo inferior de la misma a una cámara intermedia 38 que transporta el gas de la parte inferior de una cámara electrostática 34 a la parte inferior de la otra cámara electrostática 36. Cada cámara electrostática 34, 36 comprende un electrodo interno 40 ubicado centralmente y un electrodo externo 42 que rodea el electrodo interno 40 y que puede estar provisto por una pared eléctricamente conductora de la cámara 34, 36. Cada cámara electrostática 34, 36 también tiene una entrada de agua 44 a la que se suministra un flujo de agua para producir
50 una "cortina" de agua que fluye hacia abajo alrededor de la superficie interna del electrodo externo 42 y en el componente intermedio 38. Un elemento de drenaje 46 drena el agua del compartimiento intermedio 38 para la recirculación de nuevo a las entradas de agua 44.

La entrada de gas 30 está dispuesta para transportar gas a la parte superior de la cámara electrostática 34, y una

salida de gas 48 está dispuesta para transportar gas fuera de la parte superior de la cámara electroestática 36.

5 Durante el uso, se aplica un alto voltaje a cada uno de los electrodos internos 40 para producir un campo cargado electroestáticamente, o corona, entre los electrodos internos y externos 40, 42 de cada cámara electroestática 34, 36. A medida que el gas pasa a través de la corona, cualquier particulado contenido en el gas se carga eléctricamente y es arrastrado hacia el electrodo externo 42, donde los particulados ingresan a la cortina de agua y son lavados en la cámara intermedia 38. La cámara electroestática 34, en la que el gas fluye hacia abajo a través de la cámara 34 con la cortina de agua, sirve para eliminar los particulados sólidos del gas, mientras que la cámara electroestática 36, en la que el gas fluye hacia arriba contra el flujo de agua, sirve para eliminar los particulados sólidos más finos y cualquier gotita de agua del gas.

10 Se requieren dos sistemas de recirculación de agua separados para proporcionar líquido depurador, o agua, al depurador 10 y el precipitador electroestático. Cada uno de estos sistemas de recirculación también puede incluir una unidad de tratamiento de agua para eliminar especies ácidas del agua previo a su re-utilización, y esto puede contribuir a costos relativamente altos asociados a la operación del aparato de tratamiento de gas.

15 Los documento WO 20061094174 y US 4 305 909 describen el uso de depuradores húmedo combinados y dispositivos de precipitadores electroestáticos que requieren el uso de circuito de suministro de agua separados.

20 La presente invención proporciona aparato para tratar gas, comprendiendo el aparato una envoltura, una sección depuradora de gas ubicada dentro de la envoltura, teniendo la envoltura una entrada de gas para suministrar gas a la sección depuradora, y una sección precipitadora electroestática ubicada dentro de la envoltura para recibir gas de la sección depuradora, teniendo la envoltura una salida de gas para extraer gas de la sección precipitadora y una entrada de líquido depurador para suministrar líquido depurador a la sección precipitadora, estando ubicada la sección depuradora dentro de la envoltura para recibir líquido depurador de la sección precipitadora, teniendo la envoltura una salida del líquido depurador para drenar líquido depurador de la sección depuradora.

25 La provisión de la sección depuradora y la sección precipitadora dentro de una envoltura común puede proporcionar un aparato simple y rentable para tratar un gas para eliminar gases ácidos y partículas sólidas del mismo. Estas dos secciones pueden compartir una fuente común de líquido depurador de la que se suministra el líquido depurador a la sección de precipitación. El líquido depurador es recibido por la sección depuradora desde la sección de precipitación, y es drenado de la sección depuradora a través de la salida del líquido depurador. Este líquido depurador puede recircularse de nuevo a la entrada de líquido depurador, y por lo tanto solamente se requeriría un bucle de recirculación, en oposición a los dos bucles de recirculación requeridos en el arte previo antes mencionado.

30 La sección depuradora preferentemente está ubicada debajo de la sección precipitadora, reduciendo significativamente de ese modo el espacio del aparato de tratamiento de gas.

Esto también puede permitir que el líquido depurador drene bajo gravedad desde la sección precipitadora a la sección depuradora sin la necesidad de proporcionar una bomba de fluidos para impulsar el líquido depurador de una sección a la otra.

35 La sección depuradora y la sección precipitadora pueden estar ubicadas dentro de un componente común de la envoltura. Alternativamente, estas secciones pueden estar ubicadas dentro de los respectivos componentes de la envoltura, que pueden estar conectadas juntas utilizando una sujeción u otro dispositivo de conexión. En cualquiera de las configuraciones anteriores, la entrada de gas puede estar ubicada dentro de otro componente de la envoltura conectada a, preferentemente directamente debajo de, el componente de la envoltura dentro del que la sección depuradora está ubicada. Un drenaje para drenar líquido depurador desde la envoltura puede recibir líquido depurador desde ese componente de la envoltura. Una placa perforada puede sostenerse entre el componente de la envoltura en el que está ubicada la sección depuradora y el componente de la envoltura en el que está ubicado el drenaje para proporcionar la salida del líquido depurador antes mencionada para drenar líquido depurador de la sección depuradora. Esta placa puede ser parte integral del componente de la envoltura de la sección depuradora.

40

45 Alternativamente, la salida del líquido depurador puede estar configurada para drenar el líquido depurador de la envoltura directamente desde la sección depuradora.

La envoltura preferentemente es tubular, más preferentemente sustancialmente cilíndrica, y la entrada de líquido depurador preferentemente está dispuesta para suministrar líquido depurador de manera tangencial a la sección precipitadora. Esto puede generar una "cortina" del líquido depurador alrededor de la pared interna de un electrodo externo de la sección precipitadora. Esta cortina sirve para capturar los particulados arrastrados hacia esa pared por el campo eléctrico generado por la sección precipitadora durante el uso, y para evitar que los depósito se formen en la pared interna del electrodo externo.

50

El electrodo externo de la sección precipitadora puede proporcionarse en forma de un manguito insertado en la sección precipitadora de la envoltura. En este caso, la envoltura puede fabricarse a partir de plásticos u otro material no eléctricamente conductor. Alternativamente, la envoltura (o al menos ese componente de la envoltura que contiene la sección precipitadora) puede formarse a partir de material eléctricamente conductor, por ejemplo acero inoxidable, para permitir que la parte de la envoltura proporcione el electrodo externo de la sección precipitadora.

55

El aparato preferentemente comprende una división que divide la envoltura en la sección depuradora y la sección precipitadora. Esta división puede ser un miembro sustancialmente plano unido a la envoltura, y que puede estar sujetado o de otra manera sostenido entre los dos componentes de la envoltura. Alternativamente, la división puede conectarse al electrodo externo de la sección precipitadora. Como otra alternativa, la división puede estar conectada a, o ser parte integral de, el componente de la envoltura dentro del que está ubicada la sección depuradora, o el componente de la envoltura dentro del que está ubicada la sección precipitadora.

Cuando la sección precipitadora está ubicada arriba de la sección depuradora, la división puede ser sustancialmente horizontal. Para una envoltura cilíndrica, la división puede ser sustancialmente perpendicular al eje de la envoltura.

La tubería externa puede utilizarse para transportar el gas de la sección depuradora a la sección precipitadora, permitiendo de ese modo que el gas sea transportado alrededor de la división desde una sección a la otra. Sin embargo, dicha tubería puede ser propensa al bloqueo por partículas sólidas que no han sido eliminadas del gas por la sección depuradora. Por ello, los medios para transportar gas desde la sección depuradora a la sección precipitadora preferentemente están formados en la división de manera que el gas pase a través de la división de la sección depuradora a la sección precipitadora, y por lo tanto no se requiere ninguna tubería externa. Además, cuando la sección precipitadora está ubicada arriba de la sección depuradora, existen solamente pérdidas de conductancia relativamente bajas asociadas al pasaje de la corriente de gas hacia arriba a través de la división a la sección precipitadora.

Según lo debatido más arriba, la sección depuradora y la sección precipitadora pueden proporcionarse en un componente común de la envoltura, dentro de la que se proporciona una división para dividir este componente de la envoltura en estas dos secciones. Alternativamente, cada sección puede estar ubicada dentro de un componente separado de la envoltura, estando conectados estos dos componentes junto por una sujeción u otro dispositivo de conexión. Los medios para transportar el gas de la sección depuradora a la sección precipitadora después pueden estar formados en paredes contiguas de estos dos componentes, cuyas paredes proporcionan la división entre la sección depuradora y la sección precipitadora. En otra alternativa, el componente de la envoltura que alberga la sección depuradora puede tener una boca abierta u orificio que es cerrado por una pared o base del componente de la envoltura que alberga la sección precipitadora cuando aquellos componentes de la envoltura están conectados juntos. En este caso, la pared antes mencionada o base proporcionaría la división entre las dos secciones, e incluiría los medios para transportar gas desde la sección depuradora a la sección precipitadora.

La tubería externa puede utilizarse para transportar el líquido depurador de la sección precipitadora a la sección depuradora, permitiendo de ese modo que el líquido depurador sea trasladado alrededor de la división de una sección a la otra. Sin embargo, es preferente que la división comprenda medios para transportar el líquido depurador de la sección precipitadora a la sección depuradora, prescindiendo de ese modo de la necesidad de proporcionar cualquier tubería externa para transportar líquido o gas de una sección a la otra.

Los medios para transportar líquido depurador de la sección precipitadora a la sección depuradora pueden comprender una pluralidad de orificios formados en la división, y a través de los que el líquido depurador drena de la sección precipitadora a la sección depuradora. La división puede estar perforada con orificios de manera que la sección depuradora sea colmada con el líquido depurador que drena de la sección precipitadora. La sección depuradora puede comprender material de empaquetado, y así la provisión de una división perforada entre las dos secciones puede proporcionar un regado relativamente parejo del material en la sección depuradora.

Los medios para transportar gas de la sección depuradora a la sección precipitadora preferentemente comprenden una pluralidad de pasajes de gas formados en la división. Estos pasajes de gas pueden estar intercalados entre los orificios antes mencionados, o ubicados en una parte dedicada de la división. En la realización preferente, los pasajes de gas están configurados para suministrar gas a la sección precipitadora arriba de los orificios. Por ejemplo, cada pasaje de gas puede comprender una tubería o tubo que se extiende desde la división a la sección precipitadora. Esto puede permitir que el gas ingrese a la sección precipitadora arriba de un volumen de líquido depurador que puede depositarse sobre la división.

En el caso de que la sección depuradora tenga un requerimiento mayor de líquido depurador que la sección precipitadora, la envoltura puede estar provista de una entrada de líquido depurador adicional para suministrar líquido depurador a la sección depuradora, y que puede estar configurada para pulverizar líquido depurador a la sección depuradora.

Una pluralidad de secciones precipitadoras electrostáticas pueden estar ubicadas dentro de la envoltura para recibir gas de la sección depuradora. Estas secciones precipitadoras pueden estar dispuestas en serie o en paralelo. La envoltura puede estar provista con una división simple para separar la pluralidad de secciones precipitadoras de la sección depuradora, o con una pluralidad de divisiones cada una para separar una sección precipitadora respectiva de la sección depuradora. Cada una de estas divisiones puede estar conectada a, o ser parte integral de, un electrodo externo de su sección precipitadora. Las secciones precipitadoras también pueden disponerse en forma concéntrica dentro de la cámara precipitadora y comprenden un electrodo recolector interno y electrodo recolector externo con un correspondiente ensamblaje de electrodos ubicado en forma coaxial entre los mismos para proporcionar al aparato mayor capacidad volumétrica in un correspondiente gran incremento en el tamaño del

aparato.

Las características preferentes de la presente invención ahora se describirán, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 ilustra una sección transversal vertical a través de una primera realización de un aparato para tratar gas;

5 La Figura 2(a) ilustra una sección transversal vertical a través de una segunda realización de un aparato para tratar gas, y la Figura 2(b) ilustra una vista superior de una división del aparato de la Figura 2(a);

La Figura 3(a) ilustra una sección transversal vertical a través de una tercera realización de un aparato para tratar gas, y la Figura 3(b) ilustra una vista superior de una división del aparato de la Figura 3(a);

10 La Figura 4(a) ilustra una sección transversal vertical a través de una cuarta realización de un aparato para tratar gas, y la Figura 4(b) ilustra una vista superior de una división del aparato de la Figura 4(a);

La Figura 5(a) ilustra una sección transversal vertical a través de una quinta realización de un aparato para tratar gas, y la Figura 5(b) ilustra una vista superior de una división del aparato de la Figura 5(a);

La Figura 6 ilustra una sección transversal vertical a través de una sexta realización de un aparato para tratar gas;

15 La Figura 7(a) ilustra una sección transversal vertical a través de una séptima realización de un aparato para tratar gas, y la Figura 7(b) ilustra una vista superior de una división del aparato de la Figura 7(a);

La Figura 8 ilustra una sección transversal vertical a través de una octava realización de un aparato para tratar gas;

La Figura 9 ilustra una sección transversal vertical a través de una novena realización de un aparato para tratar gas

La Figura 10 ilustra una sección transversal vertical a través de un aparato conocido para tratar gas; y

20 La Figura 11 ilustra una sección transversal vertical a través de una décima realización de un aparato para tratar una corriente de gas.

La Figura 1 ilustra una sección transversal vertical a través de una primera realización de un aparato para tratar gas. El aparato comprende una envoltura 100 tubular, preferentemente sustancialmente cilíndrica, que tiene una entrada de gas 102 ubicada hacia un extremo de la envoltura 100 para recibir el gas que debe ser tratado, y una salida de gas 104 ubicada hacia el otro extremo de la envoltura 100 para extraer el gas tratado de la envoltura 100. La envoltura 100 además comprende una entrada de líquido depurador 106 para recibir un líquido depurador, por ejemplo agua, y un elemento de drenaje 108 del que el líquido depurador es drenado desde la envoltura 100 para el tratamiento y regresa a la entrada del líquido depurador 106. Según lo ilustrado en la Figura 1, la entrada de líquido depurador 106 preferentemente está ubicada adyacente a la salida de gas 104 hacia el extremo superior (según lo ilustrado) de la envoltura 100, estando ubicado el elemento de drenaje 108 hacia el extremo inferior (según lo ilustrado) de la envoltura 100.

En esta primera realización, la envoltura 100 comprende un primer componente 110 y un segundo componente 112 conectado al primer componente 110, por ejemplo utilizando una sujeción ubicada alrededor de los rebordes 114, 116 de estos componentes 110, 112. Cada uno de estos componentes 110, 112 puede ser formado a partir de plásticos u otro material no eléctricamente conductor. Una tapa 117 de la envoltura 100, en la que se forma la salida de gas 104, está sujeta a un reborde 115 del extremo superior abierto del primer componente 110 de la envoltura 100.

El primer componente 110 alberga una sección depuradora de gas 118 y una sección precipitadora electroestática 120 para tratar el gas que pasa a través de la envoltura 100. Estas secciones 118, 120 están ubicadas dentro del primer componente 110 de la envoltura 100 de manera que el gas pasa a través de la sección depuradora 118 antes de pasar a través de la sección precipitadora 120. Dependiendo de la geometría de la envoltura 100, la sección precipitadora 120 puede estar ubicada al lado de, o en ángulo a, la sección depuradora 118, siendo proporcionada la tubería de gas apropiada, o estando configurada la envoltura 100, para transportar gas de una sección a la otra. Sin embargo, según lo debatido en mayor detalle más abajo, la sección precipitadora 120 preferentemente está ubicada arriba de la sección depuradora 118.

45 La sección depuradora 118 comprende una torre empaquetada 122 de material de empaquetado. El material de empaquetado está soportado por una placa de tamiz 124 que tiene una pluralidad de orificios 126, y que está conectada a, o es parte integral de, el primer componente 110 de la envoltura 100.

La sección precipitadora 120 comprende un electrodo interno 128 ubicado en forma central, montado en un soporte de aislamiento eléctrico 130 dependiendo de la tapa 117 de manera que el electrodo interno 128 se extiende a la sección precipitadora 120. El electrodo interno 128 está rodeado por un electrodo externo 132 que en esta realización está en forma de un manguito eléctricamente conductor. El extremo abierto superior del electrodo externo 132 está soldado a un reborde o collar, que está ubicado en una ranura cortada en el reborde 115 del primer

componente de la envoltura 100 de manera que el electrodo externo 132 cuelgue del reborde 115 a la envoltura 100.

En uso, la superficie externa 132 se mantiene con conexión a tierra (0 V). Una derivación 134 conecta el electrodo interno 128 con un suministro de energía (no mostrado) para aplicar un potencial eléctrico en el intervalo de 20 a 50 kV, preferentemente en el intervalo de 40 a 50 kV, entre los electrodos 128, 132. La entrada de líquido depurador 106 está dispuesta para suministrar líquido depurador de manera tangencial a la parte superior del electrodo externo 132 para generar una cortina o "remolino" de líquido depurador alrededor de la pared interna del electrodo externo 132.

Se proporciona una división 136 dentro de la envoltura 100 para dividir la envoltura 100 en la sección depuradora 118 y la sección precipitadora 120. En esta realización, la división 136 es proporcionada por una placa sustancialmente plana soldada o de otra manera conectada al extremo abierto, inferior (según lo ilustrado) del electrodo externo 132.

En esta primera realización, el gas y el líquido depurador pasan de una sección a la otra sección a través de la división 136. En otras palabras, el gas pasa a través de la división 136 de la sección depuradora 118 a la sección precipitadora 120, y el líquido depurador pasa a través de la división 136 de la sección precipitadora 120 a la sección depuradora 118. La división está equipada con una pluralidad de orificios 138 a través de los que el líquido depurador drena de la sección precipitadora 120 a la sección depuradora 118. Estos orificios 138 pueden estar dispuestos en un número de arreglos circulares concéntricos que se extienden alrededor del eje longitudinal de la envoltura 100 de manera que el material de empaquetado de la torre empaquetada es colmado relativamente en forma pareja con el líquido depurador que drena de la sección precipitadora 120. En consecuencia, estando la sección depuradora 118 ubicada inmediatamente debajo de la sección precipitadora 120, no existe necesidad de proporcionar cualquier otra tubería interna o externa para transportar el líquido depurador de una sección a la otra.

Cada uno de los orificios 126 de la placa de tamiz 124 proporciona una salida del líquido depurador para drenar líquido depurador de la sección depuradora 118 al segundo componente 112 de la envoltura 100, del que el líquido depurador es drenado por el elemento de drenaje 108.

La división 136 comprende uno o más pasajes de gas a través de los que el gas es transportado de la sección depuradora 120 a la sección precipitadora 118. Dependiendo de la velocidad en la que el líquido depurador drena a través de la división 136 a la sección precipitadora 120, puede formarse un volumen de líquido depurador sobre la superficie superior de la división 136. En vistas de ello, cada pasaje de gas preferentemente es proporcionado en forma de un tubo 140 que se extiende desde la división 136 a la sección precipitadora 120 arriba del nivel máximo para el volumen de líquido depurador que se forma sobre la división 136. Esto puede permitir que el gas sea transportado a la sección precipitadora 120 sin el arrastre de cantidades excesivas de líquido depurador en el mismo.

En uso, el gas ingresa a la envoltura 100 a través de la entrada de gas 102, y avanza hacia arriba (según lo ilustrado) a través de los orificios 126 de la placa de tamiz 124 a la sección depuradora 118. El gas pasa hacia arriba a través de la sección depuradora 118 contra el flujo de líquido depurador que cae sobre el material de empaquetado de la división 136. Dentro de la sección depuradora 118, los gases ácidos, tales como HF o HCl, y los particulados sólidos relativamente grandes son transferidos al líquido depurador. El gas depurado deja la sección depuradora 118 a través de los tubos 140 e ingresa a la sección precipitadora 120. El gas pasa hacia arriba entre los electrodos interno y externo 128, 132, nuevamente contra el flujo del líquido depurador que pasa obre la pared interna del electrodo externo 132. La diferencia potencial entre los he electrodos 128, 132 genera una corona, que carga cualquier particulado sólido que queda en el gas, y estas especie cargadas son arrastradas hacia el electrodo externo, en el que son transportados dentro de la cortina de líquido depurador formada sobre la pared interna del electrodo externo 132. Además, cualquier gotita del líquido depurador transportado dentro del gas depurado que ingresa a la sección precipitadora es capturada por la cortina de líquido depurador. La corriente de gas tratada de esa manera posteriormente es extraída de la envoltura 100 a través de la salida de gas 104.

El líquido depurador, que lleva particulados sólidos y especies ácidas (cuando amos están presentes en el gas que ingresa a la envoltura 100) drena de la sección depuradora 118 al segundo componente 112 de la envoltura 100 a través de los orificios 126 en la placa de tamiz 124. El líquido depurador es drenado desde ese componente 112 por el elemento de drenaje 108, y es transportado a un aparato de tratamiento (no mostrado), que preferentemente está ubicado en las cercanías de la envoltura 100, para la eliminación de las especies ácidas y particulados sólidos del líquido depurador. Por ejemplo, pueden utilizarse uno o más filtros para eliminar los particulados del líquido depurador, y puede utilizarse un aparato de intercambio iónico para eliminar las especies ácidas del líquido depurador. El líquido depurador tratado de ese modo es regresado a la entrada de líquido depurador 106 para la re utilización.

En comparación con el aparato ilustrado en la Figura 10, el espacio del aparato ilustrado en la Figura 1 es considerablemente más pequeño, y solamente se requiere un sistema de recirculación de líquido. Además, el soporte 130 del electrodo interno 128 está ubicado en un medio mucho más limpio que el soporte del electrodo 40 de la cámara electroestática 34, y por lo tanto no habrá ninguna acumulación sustancial de particulados en el soporte 130.

La Figura 2(a) ilustra una segunda realización de un aparato para tratar gas. Esta segunda realización es similar a la primera realización ilustrada en la Figura 1, y así se han utilizado los mismos numerales de referencia para indicar las características de la segunda realización que son las mismas que aquellas de la primera realización, y que no se debatirán adicionalmente en conexión con esta segunda realización.

5 La segunda realización difiere de la primera realización en que el primer componente 110 de la primera realización ha sido reemplazado por un componente de la sección depuradora 210 y un componente de la sección precipitadora 212. El componente de la sección depuradora 210 alberga la sección depuradora 118 de la envoltura 100, y el componente de la sección precipitadora 212 alberga la sección precipitadora 120 de la envoltura. El componente de la sección depuradora 210 tiene un extremo inferior con reborde (según lo ilustrado) 214 que está conectado a el
10 extremo superior con reborde del componente 112, y un extremo superior con reborde 216 que está conectado a un extremo inferior con reborde 218 del componente de la sección precipitadora 212.

La tapa 117 está fijada al reborde 215 del extremo superior abierto del componente de la sección precipitadora 212. Tal como en la primera realización, el extremo superior abierto del electrodo externo 132 es soldado a un reborde o collar, que está ubicado en una ranura cortada en reborde 215 del componente de la sección precipitadora 212 de la
15 envoltura 100 de manera que el electrodo externo 132 cuelga del reborde 215 a la envoltura 100.

La segunda realización también difiere de la primera realización en que la división 136 es reemplazada por una división 236 sujeta o de otra manera soportada entre los componentes de la sección 210, 212 de la envoltura 100. La división 236 puede formarse a partir de material plástico. Según lo ilustrado en las Figuras 2(a) y 2(b), similar a la división 136 de la primera realización la división 236 comprende una pluralidad de orificios 238 a través de los que el
20 líquido depurador drena de la sección precipitadora 120 a la sección depuradora 118. Estos orificios 238 están dispuestos en un número de arreglos circulares concéntricos (tres en esta realización) que se extienden alrededor del eje longitudinal de la envoltura 100 de manera que el material de empaquetado de la torre empaquetada es colmado relativamente en forma pareja con el líquido depurador que drena de la sección precipitadora 120. La división también comprende una pluralidad de tubos 240 que se extienden de la división 236 a la sección precipitadora 120 arriba del nivel máximo del líquido depurador que se forma sobre la división 236. Esto tubos 240 también pueden estar dispuestos en un número de arreglos circulares concéntricos (dos en esta realización) que se extienden alrededor del eje longitudinal de la envoltura 100. Según lo ilustrado en la Figura 2(b), puede proporcionarse un orificio 238 entre los tubos adyacentes s 240 en una arreglo circular.

Las Figuras 3 a 7 ilustran respectivamente las realizaciones tercera a séptima de un aparato para tratar una corriente de gas. Cada una de estas realizaciones se basa en la segunda realización ilustrada en la Figura 2(a), y así se han utilizado los mismos numerales de referencias para indicar las características de estas realizaciones que son iguales que aquellas de la segunda realización, y que no se debatirán adicionalmente.

Regresando primero a las Figuras 3(a) y 3(b), en la tercera realización de un aparato para tratar gas, la división 236 de la segunda realización es reemplazada por una división 336 que tiene un único tubo ubicado centralmente 340 para transportar el gas de la sección depuradora 118 a la sección precipitadora 120. Cuatro arreglos concéntricos de orificios 338 están ubicados en la división 336 alrededor de la tubería 340 para transportar el líquido depurador de la sección precipitadora 120 a la sección depuradora 118.
35

Las Figuras 4(a) y 4(b) ilustran una cuarta realización de un aparato para tratar gas. En esta cuarta realización, la división 236 de la segunda realización es reemplazada por una división 436 que tiene cinco arreglos concéntricos de orificios 438 para transportar el líquido depurador de la sección precipitadora 120 a la sección depuradora 118, y un orificio central similar 439. Para permitir que el gas sea transferido de la sección depuradora 118 a la sección precipitadora 120, el componente de la sección depuradora 210 está provisto con una pluralidad de salidas de gas 440 hacia el extremo superior (según lo ilustrado) del mismo, y el componente de la sección precipitadora 212 está provisto con una pluralidad de entradas de gas 442 hacia el extremo inferior (según lo ilustrado) del mismo. La tubería externa (no mostrada) que conecta las salidas de gas 440 a las entradas de gas 442 transporta el gas depurado de una sección a la otra.
45

Las Figuras 5(a) y 5(b) ilustran una quinta realización de un aparato para tratar gas. En esta quinta realización, la división 236 de la segunda realización es reemplazada por una división 536 que tiene una pluralidad de tubos 540 que se extienden de la división 536 a la sección precipitadora 120 arriba del nivel máximo para el líquido depurador que se depositará sobre la división 536 durante el uso. Para permitir que el líquido depurador sea transferido de la sección precipitadora 120 a la sección depuradora 118, el componente de la sección precipitadora 212 está provisto con una salida del líquido depurador 542 ubicada hacia el extremo inferior (según lo ilustrado) del mismo y debajo de las partes superiores de los tubos 540. El componente de la sección depuradora 210 está provisto con una entrada de líquido depurador 544 hacia el extremo superior (según lo ilustrado) del mismo. La tubería externa (no mostrada) que conecta la salida del líquido depurador 542 a la entrada de líquido depurador 544 transporta el líquido depurador de una sección a la otra. Puede proporcionarse una bomba de líquido en esa tubería para bombear el líquido depurador de la sección precipitadora 120 y para generar suficiente presión dentro del líquido depurador bombeado para generar una pulverización del líquido depurador desde una boquilla 546 de la entrada de líquido depurador 544 al material de empaquetado de la sección depuradora 118.
50
55

La Figura 6 ilustra una sexta realización de un aparato para tratar gas. En esta sexta realización, el componente de la sección precipitadora 212 de la envoltura 100 es reemplazada por un componente de la sección precipitadora eléctricamente conductor 612 que tiene un extremo inferior con reborde (según lo ilustrado) 618 conectado al extremo abierto con reborde 216 del componente de la sección depuradora 210 de la envoltura 100. Esto permite que el componente de la sección precipitadora 612 de la envoltura 100 actúe como el electrodo externo de la sección precipitadora 120, eliminando de ese modo la necesidad de proporcionar un manguito eléctricamente conductor 132 que rodea el electrodo interno 128.

Las Figuras 7(a) y 7(b) ilustran una séptima realización de un aparato para tratar gas. En esta séptima realización, el componente de la sección precipitadora 212 es reemplazado por un componente de la sección precipitadora 712 que contiene una pluralidad de (en este ejemplo tres) secciones precipitadoras 720 ubicadas para recibir el gas de la sección depuradora 118. El componente 712 tiene un extremo inferior con reborde (según lo ilustrado) 718 conectado al extremo superior con reborde (según lo ilustrado) 216 del componente de la sección depuradora 210 de la envoltura 100, y un extremo superior con reborde 716 conectado al extremo inferior con reborde 730 de un componente de cubierta 732 de la envoltura 100, que reemplaza la tapa 117 de la segunda realización. El componente de cubierta 732 comprende una salida de gas 704 para extraer el gas de la secciones precipitadoras 720. Un colector de gas 734 formado en el componente de cubierta 732 transporta el gas de las secciones precipitadoras 720 a la salida de gas 704. El componente de cubierta 732 además comprende una entrada de líquido depurador 706 para suministrar el líquido depurador a cada una de las secciones precipitadoras 720.

Las secciones precipitadoras 720 están dispuestas lado a lado en paralelo para recibir el gas de la sección depuradora 118. Cada una de las secciones precipitadoras 720 comprende un electrodo interno 128 sostenido en un soporte 130 ubicado en el componente de cubierta 732, y un electrodo externo 132 que se extiende alrededor del electrodo interno 128. El extremo superior abierto del electrodo externo 132 es soldado a un reborde o collar, que está ubicado en una ranura cortada en el reborde 716 del componente de la sección precipitadora 712 de la envoltura 100 de manera que cada electrodo externo 132 cuelga del reborde 716 a la envoltura 100.

La división 236 de la segunda realización es reemplazada por una división 736 comprende una pluralidad de orificios 738 a través de los que el líquido depurador drena de la secciones precipitadoras 720 a la sección depuradora 118. Estos orificios 238 están dispuestos en un número de arreglos circulares concéntricos (cinco en esta realización) que se extienden alrededor del eje longitudinal de la envoltura 100 de manera que el material de empaquetado de la torre empaquetada es colmado relativamente en forma pareja con el líquido depurador que drena de las secciones precipitadoras 720. La división también comprende una pluralidad de tubos 740, un para cada sección precipitadora 720 y cada uno se extiende de la división 736 a una respectiva sección precipitadora 720 para transportar el gas depurado en paralelo a las secciones precipitadoras 720. Cada tubo 740 es sustancialmente concéntrico con el electrodo externo 132 de su sección precipitadora 720.

La Figura 8 ilustra una octava realización de un aparato para tratar gas. Esta octava realización es similar a la séptima realización ilustrada en la Figura 7(a), y así se han utilizado numerales de las referencias para indicar las características de la octava realización que son iguales a aquellas de la séptima realización, y que no se debatirán adicionalmente en conexión con esta octava realización.

En esta octava realización, el componente de la sección depuradora 210 y el componente de la sección precipitadora 712 de la envoltura 100 son reemplazados por el primer componente 110 de la envoltura 100 de la primera realización ilustrada en la Figura 1. La división 736 de la séptima realización es reemplazada por una pluralidad de divisiones eléctricamente conductoras 836, una para cada sección precipitadora 720 y cada una soldada o de otra manera conectada al extremo inferior abierto (según lo ilustrado) del electrodo externo 132 de su sección precipitadora 720. Cada división 836 comprende un arreglo circular de orificios 838 a través de los que el líquido depurador drena de la sección precipitadora 720 a la sección depuradora 118. La división 836 también comprende un tubo 840 que se extiende de la división 836 a la sección precipitadora 720 para transportar el gas depurado a la sección precipitadora 720. El tubo 840 es sustancialmente concéntrico con el electrodo externo 132 de la sección precipitadora 720.

La Figura 9 ilustra una novena realización de un aparato para tratar gas. Esta novena realización es similar a la primera realización ilustrada en la Figura 1, y así se han utilizado los mismos numerales de las referencias para indicar las características de la novena realización que son iguales a aquellas de la primera realización, y que no se debatirán adicionalmente en conexión con esta novena realización.

La novena realización difiere de la primera realización en que la división 136 de la primera realización ha sido eliminado de manera que el gas pasa libremente de la sección depuradora 118 a la sección precipitadora 120, y de manera que el líquido depurador pasa libremente de la sección precipitadora 120 a la sección depuradora 118. Como esto daría como resultado una irrigación relativamente despereja del material de empaquetado 122 de la torre empaquetada, siendo el material de empaquetado más externo irrigado mucho más que el material de empaquetado mas interno, se proporciona una entrada de líquido depurador 902 adicional en la envoltura 100 para suministrar líquido depurador adicional a al menos la parte central de la sección depuradora 118. Según lo ilustrado en la Figura 9, puede proporcionarse una boquilla 904 para pulverizar el líquido depurador adicional sobre el material de empaquetado 122 de la torre empaquetada.

Finalmente, la Figura 11 ilustra una décima realización de un aparato para tratar una corriente de gas. Esta realización se basa en la segunda realización ilustrada en la Figura 2(a), y así se han utilizado los mismos numerales de las referencias para indicar las características de estas realizaciones que son iguales a aquellas de la segunda realización, y que no se debatirán adicionalmente.

5 En esta décima realización, el componente de la sección precipitadora 212 difiere de aquel de la segunda realización en que el mismo comprende un electrodo de recolección interno, ubicado centralmente 1132 y un electrodo de recolección externo 132 con una ensamble de electrodos de alto voltaje 1128 montado en forma coaxial entre los electrodos de recolección interno y externo 1132, 132.

10 El electrodo de recolección externo 132 es, como en la segunda realización, soldado a un reborde o collar, que está ubicado en una ranura cortada en el reborde 215 del componente de la sección precipitadora 212 de la envoltura 100.

15 El electrodo de recolección interno 1132 es un tubo de metal sustancialmente cilíndrico soldado a un collar ubicado en una ranura cortada en la tapa 117 de manera que el electrodo de recolección interno se extiende en el precipitador 120. El electrodo de recolección interno 1132 tiene una entrada de alimentación de agua 1106 para recibir el líquido depurador.

20 El ensamble de electrodos de alto voltaje 1128 es montado en soportes eléctricamente aislantes (no mostrados) dependiendo de la tapa 117 de manera que el ensamble de electrodos de alto voltaje 1128 se extiende a la sección precipitadora 120 en forma coaxial entre los electrodos de recolección interno y externo 1132, 132; coaxialmente rodeado por el electrodo de recolección externo 132 y que rodea coaxialmente el electrodo de recolección interno 1132. El ensamble de electrodos 1128 preferentemente tiene forma anular rodeando el electrodo de recolección interno 1132 en su eje, pero también puede ser, por ejemplo, hexagonal o pentagonal.

25 En uso, los electrodos de recolección interno y externo 132, 1132 se mantienen con conexión a tierra (0 V). El ensamble de electrodos de alto voltaje 1128 está conectado a un suministro de energía (no mostrado) para aplicar un potencial eléctrico de, por ejemplo, 20 - 50 kV entre el ensamble de electrodos de alto voltaje 1128 y los electrodos de recolección interno y externo 1132, 132. La entrada de líquido depurador 106 está dispuesta para suministrar el líquido depurador de manera tangencial a la parte superior del electrodo de recolección externo 132 para generar una cortina o "remolino" del líquido depurador alrededor de la pared interna del electrodo externo 132. La entrada de líquido depurador 1106 está dispuesta para suministrar líquido depurador a la parte superior del electrodo de recolección interno 1132 para generar una cortina de líquido depurador alrededor de la pared exterior del electrodo externo 1132.

30 La décima realización permite una capacidad volumétrica más alta de la sección precipitadora 120 sin incrementar el voltaje de excitación de la unidad precipitadora 120 a valores impracticables, o permite la depuración eficiente en una sección precipitadora más pequeña horizontalmente 120.

35 En resumen, un aparato para tratar gas comprende una envoltura que contiene una sección depuradora de gas y una sección precipitadora electrostática ubicada arriba de la sección depuradora. Una división puede ubicarse dentro de la envoltura para separar la sección precipitadora de la sección depuradora. La envoltura tiene una entrada de gas para suministrar gas a la sección depuradora, una salida de gas para extraer el gas de la sección precipitadora, una entrada de líquido depurador para suministrar el líquido depurador a la sección precipitadora, y una salida del líquido depurador para drenar el líquido depurador de la sección depuradora. En una realización la división comprende un conjunto de pasajes de gas para transportar el gas de la sección depuradora a la sección precipitadora, y un conjunto de orificios a través de los que el líquido depurador drena de la sección precipitadora a la sección depuradora.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para tratar gas que comprende gases ácidos y partículas, el aparato que comprende:
una envoltura (100);
5 un sección depuradora de gas (118) ubicada dentro de la envoltura, teniendo la envoltura una entrada de gas (102) para suministrar gas a la sección depuradora; y
una sección precipitadora electrostática (120) ubicada dentro de la envoltura para recibir gas de la sección depuradora, tendiendo la envoltura una salida de gas (104) para extraer gas de la sección precipitadora y una entrada de líquido depurador (106) para suministrar líquido depurador a la sección precipitadora; y caracterizada porque
- 10 la sección depuradora es una sección depuradora de torre empacitada que está ubicada debajo de la sección precipitadora dentro de la envoltura para recibir líquido depurador de la sección precipitadora, tendiendo la envoltura una salida del líquido depurador (108) para drenar el líquido depurador de la sección depuradora.
2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la envoltura comprende una pluralidad de componentes interconectados (110, 112, 210,212), y en el que la sección depuradora y la sección precipitadora están ubicadas
15 dentro de un componente común de la envoltura, o dentro de los respectivos componentes de la envoltura.
3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el componente de la envoltura dentro del que la sección precipitadora está ubicada comprende al menos parte de un electrodo (132) de la sección precipitadora.
4. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la envoltura es tubular,
20 preferentemente sustancialmente cilíndrica, y la entrada de líquido depurador está dispuesta para suministrar líquido depurador de manera tangencial a la sección precipitadora.
5. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una división (236, 336, 436, 536, 736) que divide la envoltura en la sección depuradora y la sección precipitadora.
6. Aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la división está conectada a un electrodo de la sección precipitadora.
- 25 7. Aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la envoltura comprende una pluralidad de componentes y la división es sostenida entre dos componentes de la envoltura.
8. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, comprendiendo dicho aparato medios para transportar gas de la sección depuradora alrededor de la división a la sección precipitadora, o en el que la división comprende medios para transportar gas de la sección depuradora a la sección precipitadora.
- 30 9. Aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los medios para transportar gas de la sección depuradora a la sección precipitadora comprenden uno o más pasajes de gas formados en la división.
10. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, comprendiendo dicho aparato medios para transportar líquido depurador de la sección precipitadora alrededor de la división a la sección depuradora, o en el que la división comprende medios para transportar líquido depurador de la sección precipitadora a la sección
35 depuradora.
11. Aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en el que los medios para transportar líquido depurador de la sección precipitadora a la sección depuradora comprenden una pluralidad de orificios formados en la división.
12. Aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que los orificios están dispersos alrededor de la división.
13. Aparato de acuerdo con la reivindicación 11 o reivindicación 12 cuando depende de la reivindicación 9, en el que dicho uno o más pasajes de gas están configurados para suministrar gas a la sección precipitadora arriba de los
40 orificios.
14. Aparato de acuerdo con la reivindicación 9 o reivindicación 13, en el que el o cada pasaje de gas comprende un tubo que se extiende de la división a la sección precipitadora.
15. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la envoltura comprende una
45 entrada de líquido depurador adicional para suministrar líquido depurador a la sección depuradora.
16. Aparato de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la entrada de líquido depurador adicional está configurada para pulverizar líquido depurador en la sección depuradora.
17. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una pluralidad de secciones precipitadoras electrostáticas ubicadas en la envoltura para recibir gas de la sección depuradora.

18. Aparato de acuerdo con la reivindicación 17, en el que las secciones precipitadoras están dispuestas para recibir gas en paralelo de la sección depuradora.
19. Aparato de acuerdo con la reivindicación 17 o reivindicación 18, en el que la envoltura comprende una pluralidad de divisiones para dividir la envoltura en la pluralidad de secciones precipitadoras.
- 5 20. Aparato de acuerdo con la reivindicación 19, en el que cada una de la pluralidad de divisiones comprende al menos parte de un electrodo de su respectiva sección precipitadora.
21. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a reivindicación 16, que comprende una pluralidad de secciones precipitadoras coaxiales.

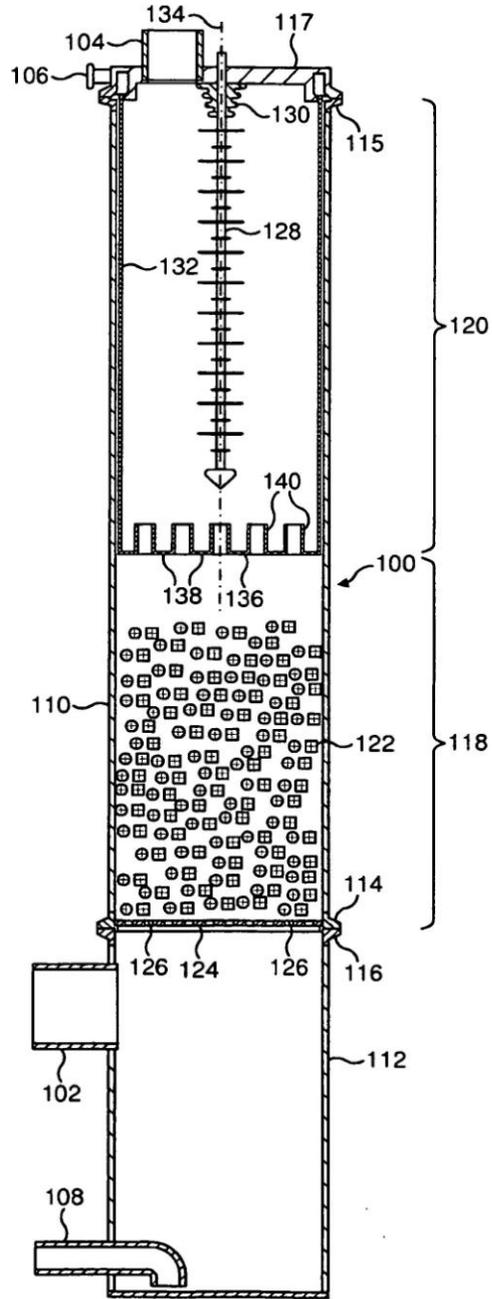
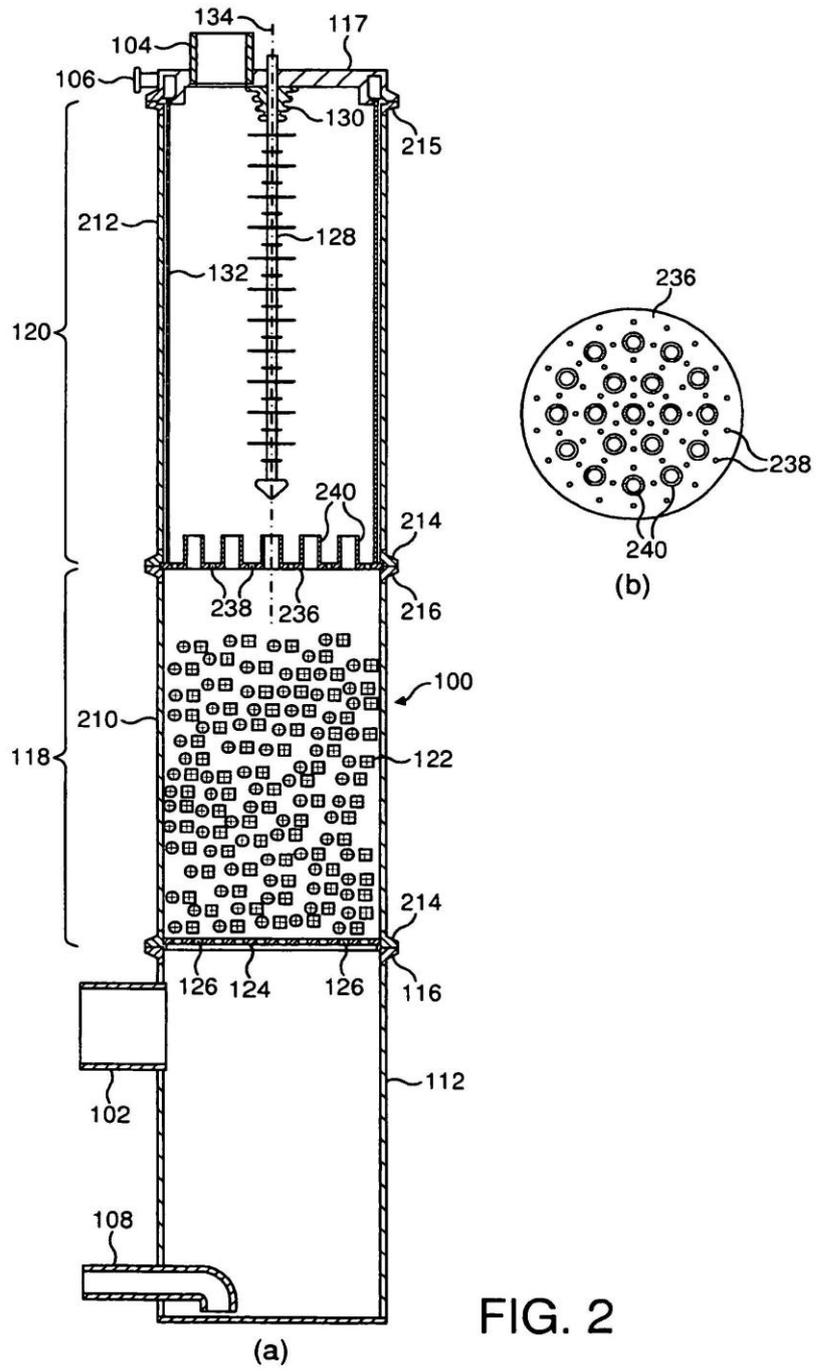
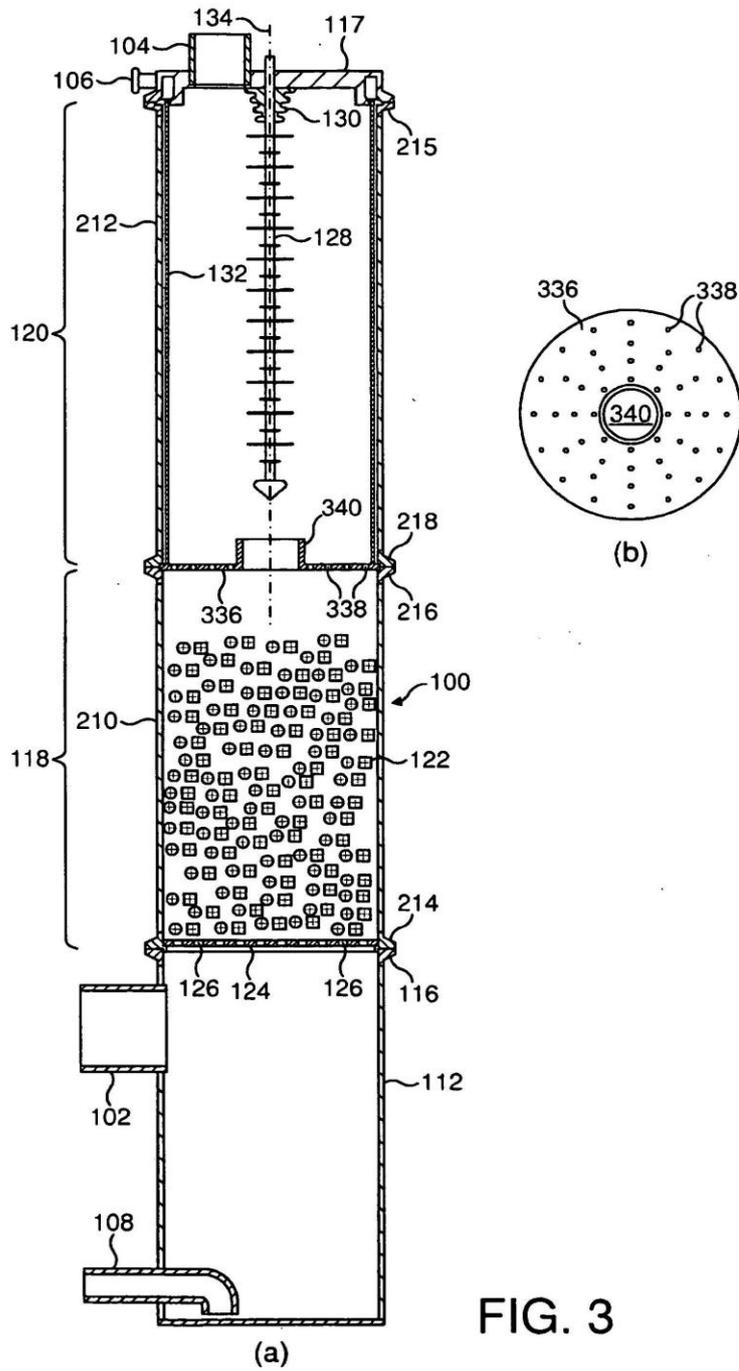


FIG. 1





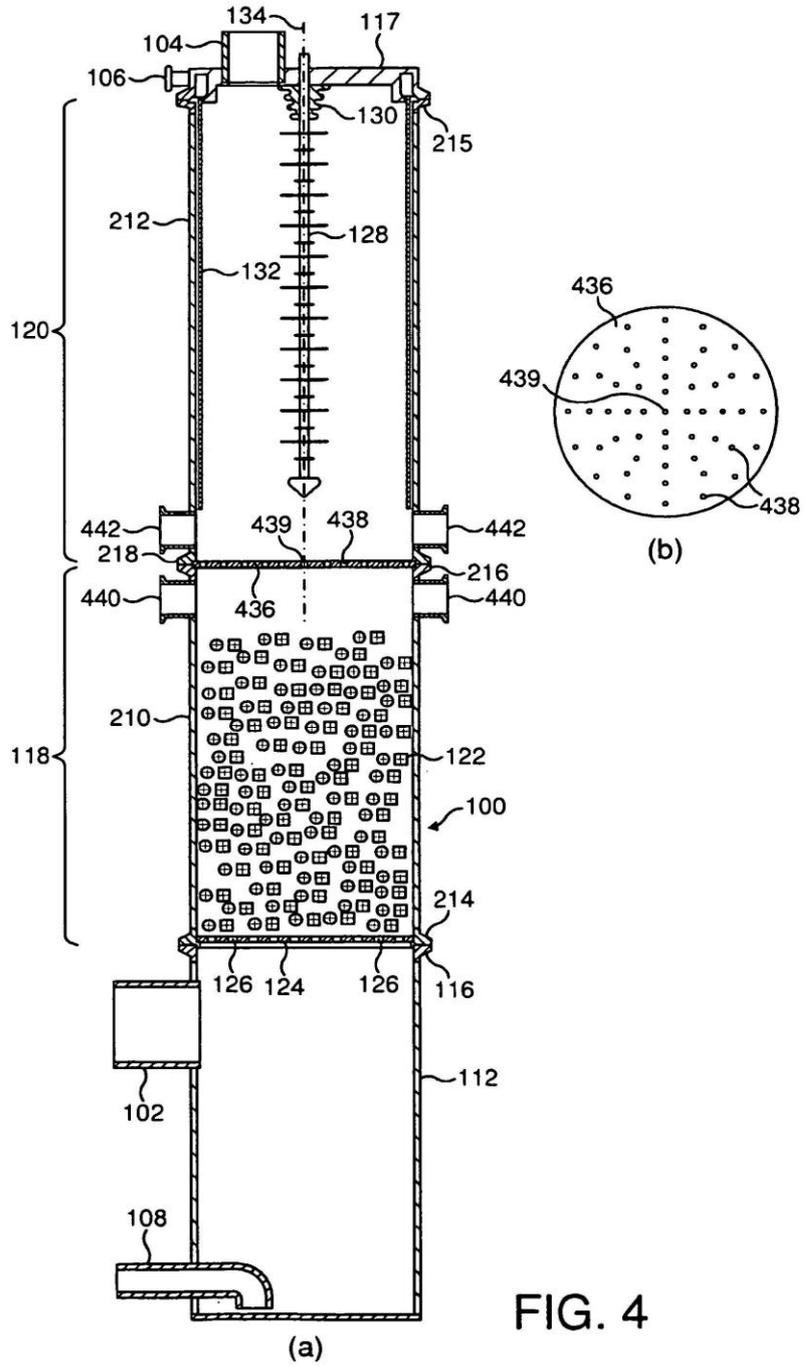
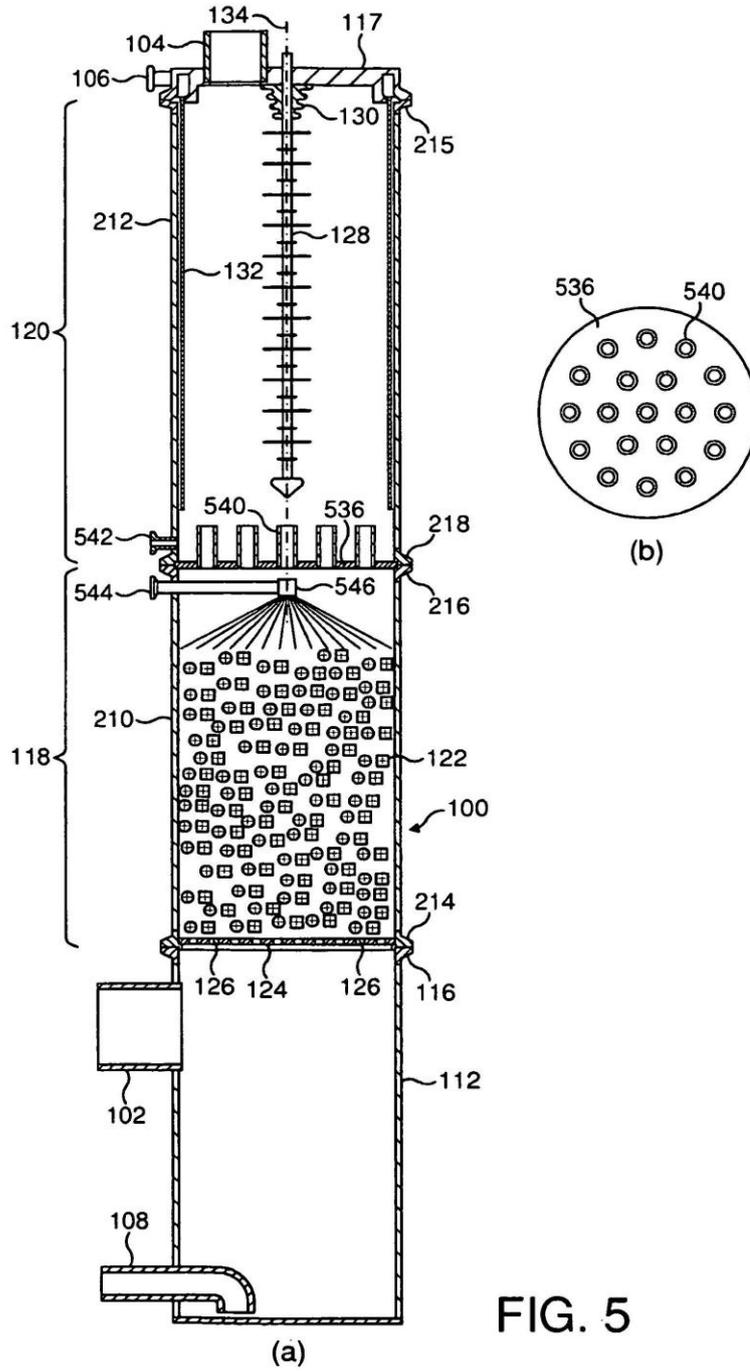


FIG. 4



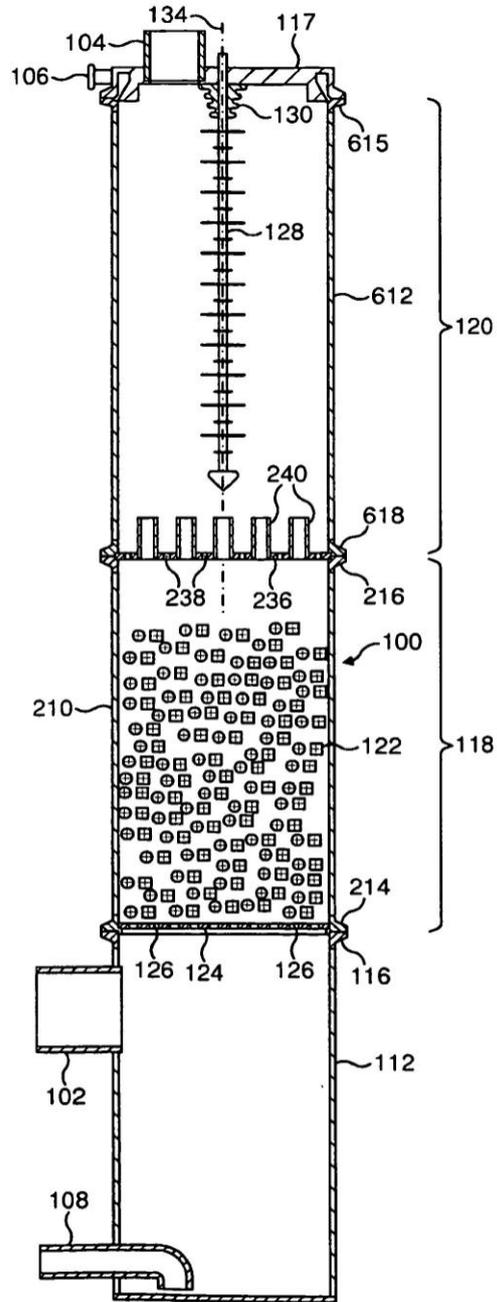
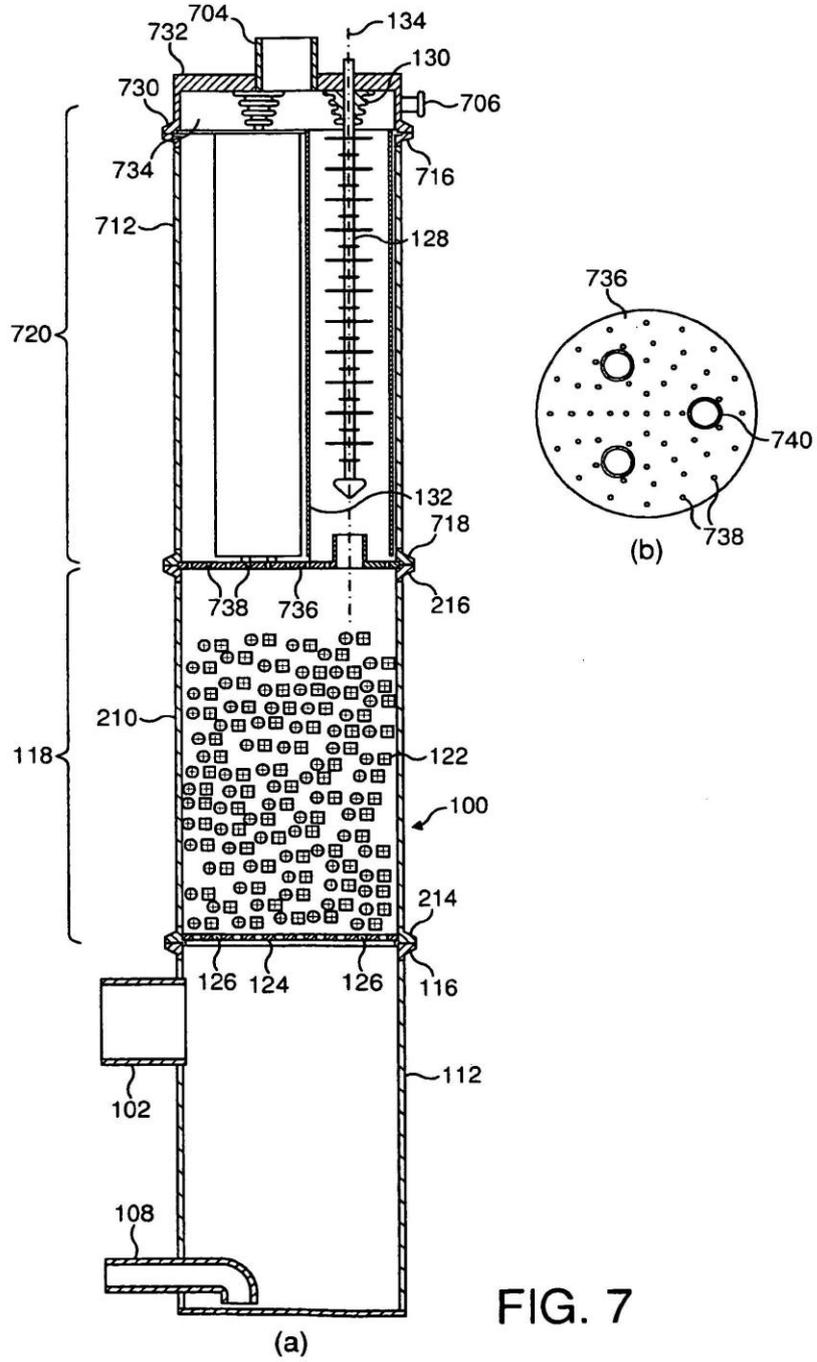


FIG. 6



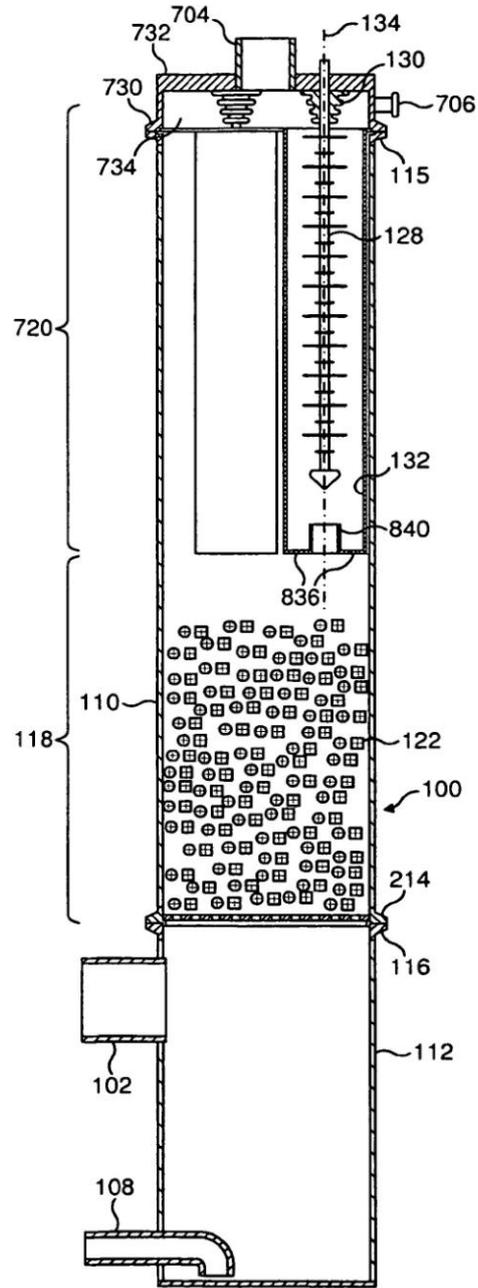


FIG. 8

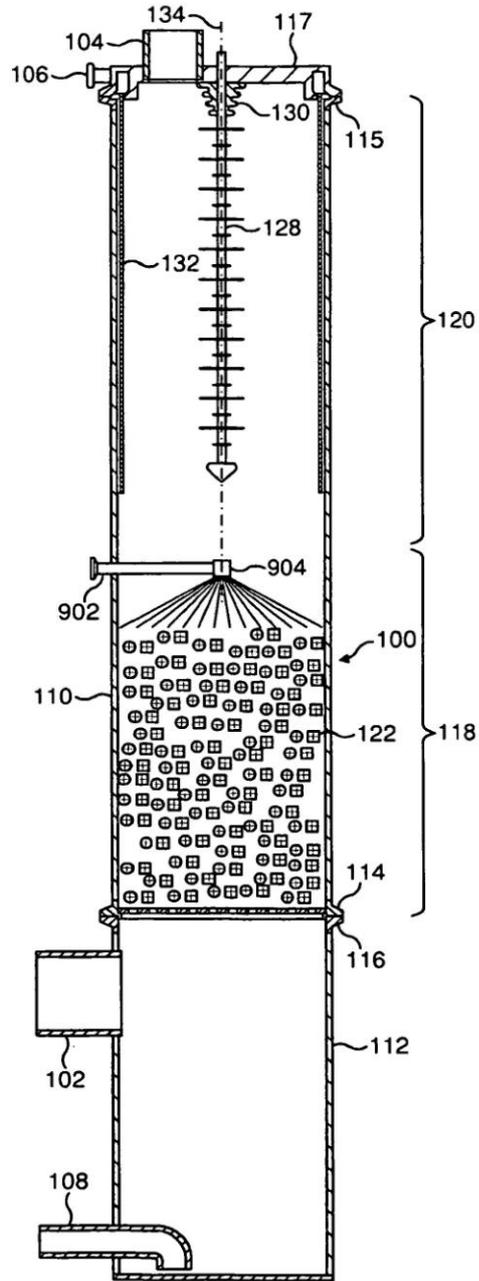


FIG. 9

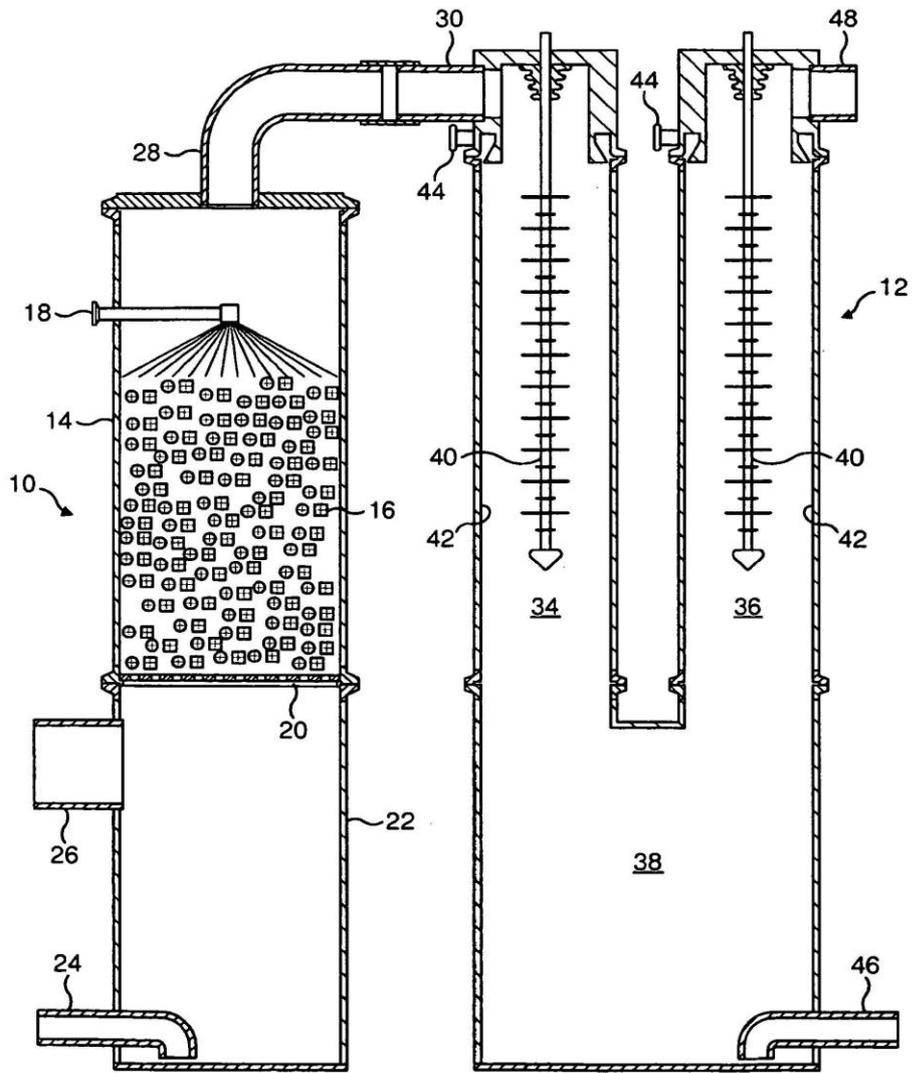


FIG. 10

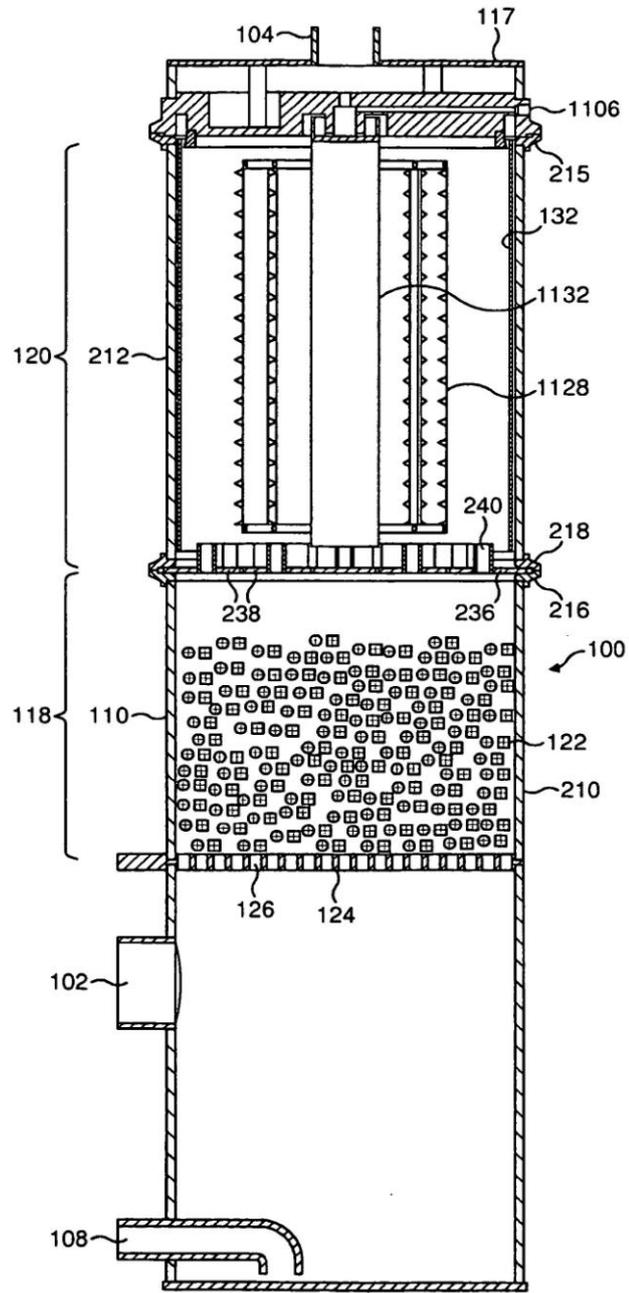


FIG. 11