



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 299**

51 Int. Cl.:
B01D 53/50 (2006.01)
B01D 53/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02746278 .7**
96 Fecha de presentación : **04.07.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1412059**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2004**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la separación de dióxido sulfuroso de un gas.**

30 Prioridad: **05.07.2001 SE 0102412**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.06.2011

73 Titular/es: **ALSTOM TECHNOLOGY Ltd.**
Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH

72 Inventor/es: **Bengtsson, Sune;**
Johanson, Lars-Erik;
Nolin, Kjell y
Maripuu, Mati

74 Agente: **Cobo de la Torre, María Victoria**

ES 2 361 299 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

Procedimiento y dispositivo para la separación de dióxido sulfuroso de un gas.

5 Campo de aplicación

La presente invención se refiere a un procedimiento para la separación del dióxido sulfuroso de un gas por medio de un líquido acuoso de absorción; procedimiento éste en el cual el gas es conducido hacia arriba a través de una placa perforada que es principalmente horizontal y en la que se encuentra una capa fluida del líquido de absorción.

10 La presente invención se refiere, asimismo, a un dispositivo para la separación del dióxido sulfuroso de un gas por medio de un líquido acuoso de absorción; dispositivo éste que comprende lo siguiente: Una entrada para el gas que contiene el dióxido sulfuroso así como una salida para el gas del cual ha sido separado el dióxido sulfuroso; una placa perforada que es principalmente horizontal y la cual está situada entre la entrada y la salida, y la misma está prevista para permitir que el gas con contenido en dióxido sulfuroso pueda pasar desde abajo para sostener por la cara superior de la placa una capa fluida del líquido de absorción; un recipiente para el líquido de absorción; por lo menos un conducto de entrada que comunica este recipiente con la cara superior de la placa perforada; como asimismo comprende este dispositivo por lo menos un medio para conducir el líquido de absorción desde el recipiente y a través del conducto de entrada hasta la cara superior de la placa perforada así como a lo largo de esta placa.

20 Fundamentos de la invención

El dióxido sulfuroso es un gas que se forma por la oxidación de materiales que contienen azufre como son, por ejemplo, el carbón; el petróleo; el gas natural; unos desperdicios, tanto industriales como domésticos; la turba, etc. etc. El dióxido sulfuroso se puede formar también en base a un producto residual en los procesos químicos como son, por ejemplo, los procesos metalúrgicos. Normalmente, no es permitido emitir grandes cantidades de dióxido sulfuroso hacia la atmósfera, lo cual significa que se hace necesario algún tipo de depuración. Un ejemplo de ello consiste en la depuración de los gases de escape en las centrales de energía así como en otras plantas de combustión. El gas de escape, que se forma por la combustión en las plantas de esta clase, es normalmente depurado, entre otras maneras también mediante la absorción del dióxido sulfuroso dentro de un líquido de absorción. Este líquido de absorción puede contener, por ejemplo, agua así como una ó bien varias de las sustancias como son la cal viva, la piedra caliza, la dolomita; una solución de hidróxido sódico así como unas sustancias similares que sean apropiadas para la absorción del dióxido sulfuroso. Los gases de escape pueden ser depurados, por ejemplo, dentro de una torre rodadora, según lo revelado en la Patente Europea Núm. EP 0 162 536, ó bien por medio de una bandeja perforada, según lo revelado en la Patente Núm. 5 246 471 de los Estados Unidos. Sin embargo, se ha puesto de manifiesto que estos dispositivos para la depuración de gases, en particular de los gases de escape, consumen una gran cantidad de energía cuando unas elevadas cantidades del líquido de absorción han de ser bombeadas a una presión relativamente alta.

Las Patentes Núms. 4 099 925, 5 660 616 y 4 239 515 de los Estados Unidos así como la Patente Internacional Núm. WO 96/00 122 describen unos aparatos de depuración con un reducido consumo en energía. El gas de escape es conducido hacia arriba a través de una placa perforada sobre la cual está prevista una capa fluida de un líquido de absorción.

Si el gas de escape no está saturado de vapor de agua, el agua se evaporará del líquido de absorción y puede así ser añadida al gas de escape durante el proceso de depuración. Se ha descubierto que esta evaporación se produce parcialmente al pasar el gas de escape por la placa perforada. Un problema consiste, sin embargo, en el hecho de que unas sustancias - como, por ejemplo, la cal viva, la piedra caliza, el yeso, el sulfito cálcico, el sulfato sódico, etc., etc., que se encuentran de forma disuelta ó suspendida dentro del líquido de absorción - tienen la tendencia de evaporarse y ser precipitadas en la cara inferior de la placa perforada así como dentro de los agujeros de la misma. Esto hace que se incremente la caída de presión a través de la placa perforada y se produce una variación en la caída de presión por todo el área de esta placa. Esto tiene por resultado un incrementado consumo de energía, a causa de la caída de presión, al igual que una más reducida absorción del dióxido sulfuroso, debido a la desigual distribución del gas de escape dentro de la capa del líquido de absorción sobre la placa perforada. La solución de este problema según el anterior estado de la técnica consiste en disponer, por delante del aparato de depuración con la placa perforada, un refrigerador en la forma de una separada torre rodadora, por ejemplo, del tipo revelado en la Patente Núm. 5 753 012 de los Estados Unidos. Hacia el interior de la separada torre rodadora - a la que se introduce, en primer lugar, el gas de escape - es inyectado un líquido acuoso en la misma relación (también denominada ratio L/G = líquido/gas) como la existente entre el flujo del líquido de absorción y el flujo del gas de escape, por regla general de aproximadamente 0,2 hasta 1 litro de líquido por m³ de gas de escape, así como a una presión que es tan elevada que el líquido sea pulverizado y pueda saturar el gas de escape con vapor de agua. Una vez saturado el gas de escape con el vapor de agua, el primero puede ser pasado a través de la placa perforada sin correr el riesgo de que se precipiten unas sustancias sólidas. Una separada torre rociadora representa, sin embargo, una solución complicada que, además, consume mucha energía, aparte de comprender bombas, tuberías, depósitos, sistemas de control así como una propia torre separada. Además, al ser empleada una torre rociadora de este tipo, se pueden formar unas partículas semi-secas que se adhieren en la cara inferior de la placa perforada. Por consiguiente, algunas veces se hace necesario prever un sistema para un lavado intermitente de la cara inferior de esta placa perforada.

Resumen de la invención

Por este motivo, la presente invención tiene el objeto de proporcionar un más eficiente procedimiento para la separación del dióxido sulfuroso según el cual puedan ser eliminados ó ser reducidos en gran medida los inconvenientes anteriormente mencionados en relación con el estado anterior de la técnica.

De acuerdo con la presente invención, este objeto es conseguido por medio de un procedimiento que es del tipo mencionado al principio, y el mismo está caracterizado por el hecho de que el líquido de absorción es conducido sobre la placa perforada, desde una zona de entrada hasta una zona de salida en la que el líquido de absorción es acumulado para ser obligado a pasar en el sentido descendente hacia un recipiente para el líquido de absorción, mientras que el gas es conducido, en primer lugar, a través de una zona de contacto dentro de la cual el mismo es puesto en contacto con el líquido de absorción que desde la zona de salida fluye hacia abajo hasta el recipiente y, a continuación, el gas se hace pasar hacia arriba, a través de la placa perforada y de la capa fluida, prevista en la placa para la separación del dióxido sulfuroso. Dentro de la zona de contacto, el gas es saturado sustancialmente con vapor de agua, con lo cual se reduce el riesgo de una precipitación sobre la placa perforada. Esta zona de contacto permite también la absorción del dióxido sulfuroso. Al tener lugar la absorción del dióxido sulfuroso en las dos fases - es decir, dentro de la zona de contacto, en primer lugar, y después en la capa de líquido de absorción, prevista sobre la placa perforada - será mejorada la absorción total del dióxido sulfuroso. Teniendo en cuenta que el líquido de absorción fluye primero sobre la placa perforada para luego alcanzar la zona de contacto, queda proporcionada una contra-corriente que favorece la absorción.

Según una preferida forma de realización es así que al líquido de absorción es añadido un agente absorbente elegido entre la cal viva, la piedra caliza ó entre unas suspensiones de éstas. La cal viva y la piedra caliza son unos convenientes agentes absorbentes desde el punto de vista económico, habida cuenta de que el dióxido sulfuroso ha de ser separado dentro de un gran flujo de gas de escape. Un líquido de absorción, que contiene la cal viva ó la piedra caliza, es presentado en forma de una suspensión de sustancias sólidas, debido a la limitada solubilidad de los componentes incluidos como son la piedra caliza, el yeso y el sulfito cálcico. Según el procedimiento de la presente invención existe ahora un menor riesgo de que las sustancias sólidas dentro de la referida suspensión se puedan adherir en la placa perforada y originen así un atascamiento en la misma.

La superficie del líquido de absorción dentro del recipiente está situada, de una manera conveniente, a un nivel que se encuentra por debajo de la zona de contacto, y entre la superficie del líquido de absorción y la zona de salida queda proporcionado un conducto de paso a través del cual es conducido el gas, mientras que un parámetro - representativo del nivel de la superficie del líquido de absorción y, por consiguiente, de la altura de este conducto de paso - está siendo controlado de tal manera que la velocidad media del gas dentro de este conducto de paso esté dentro de la gama de 5 hasta 35 mtrs/seg. Se ha descubierto que dentro de esta gama se pueden conseguir una más reducida caída de presión así como un buen contacto entre el gas y el líquido de absorción y, por lo tanto, un grado satisfactorio de la saturación en relación con el contenido de agua del gas. Por regularse la altura de este conducto de paso existe la posibilidad de mantener, al variar el flujo del gas, la velocidad del gas dentro de la gama deseada.

Según una preferida forma de realización resulta que la zona de salida comprende una caja de salida con por lo menos un medio de distribución para distribuir dentro de la zona de contacto el líquido, que fluye desde la zona de salida hacia el recipiente, y la relación entre la presión hidrostática dentro de la caja de salida y la presión diferencial dentro del gas - entre un primer punto, situado inmediatamente antes de la zona de contacto, y un segundo punto situado por encima de la capa fluente del líquido de absorción en la placa perforada - es controlada de tal modo que la referida presión hidrostática sea mayor que la mencionada presión diferencial dentro del gas. Con ello queda asegurado que el gas no podrá fluir hacia el interior de la caja de salida y que el líquido fluya del medio de distribución hacia fuera y entra así en contacto con el gas dentro de la zona de contacto. Se prefiere aún más que la referida relación entre la presión hidrostática y la mencionada presión diferencial dentro del gas sea controlada de tal manera que el líquido de absorción, que sale del medio de distribución, tenga una velocidad de 0,2 hasta 3 mtrs/seg. Al tener el líquido de absorción esta velocidad, se puede conseguir un más eficiente contacto entre el gas y el líquido de absorción dentro de la zona de contacto. La presión hidrostática, necesaria para conseguir estas velocidades, es relativamente reducida, lo cual redundará en un bajo consumo de energía. Esto es debido a que una elevada presión hidrostática dentro de la caja de salida surte el efecto de poder conseguir una mayor altura de elevación para el líquido de absorción que ha de ser retornado desde el recipiente hasta la zona de entrada.

Según otra preferida forma para la realización es así que el gas no será saturado antes de ser el mismo introducido en la zona de contacto y que este gas está siendo sustancialmente saturado de vapor de agua al entrar el mismo - dentro de la zona de contacto - en contacto con el líquido de absorción que fluye en el sentido descendente. Esta saturación con el vapor de agua reduce considerablemente el riesgo de que cualquiera de las sustancias, que están disueltas ó suspendidas dentro del líquido de absorción, pueda ser precipitada por la cara inferior de la placa perforada y pueda originar así problemas de una incrementada caída de presión en la placa perforada.

Otro objeto de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo sencillo para la separación del dióxido sulfuroso; dispositivo éste con cual sean eliminados ó reducidos de una manera considerable los inconvenientes relacionados con el anterior estado de la técnica. De acuerdo con la presente invención, este objeto es conseguido por medio de un dispositivo que es del tipo mencionado al principio y que está caracterizado por el hecho de que el mismo comprende también por lo menos una caja de salida para la acumulación del líquido de absorción que fluye

ES 2 361 299 T3

por encima de la placa perforada, como asimismo comprende este dispositivo por lo menos un medio de distribución que está previsto para que el gas, que es aportado al dispositivo a través de su entrada, pueda entrar en contacto con el líquido - que fluye desde la caja de salida hasta el recipiente - antes de que el gas pueda pasar por la placa perforada.

5 De una manera conveniente, este medio de distribución comprende por lo menos una tobera. Las toberas, que pueden estar diseñadas de distintas formas, son muchas veces apropiadas para producir un chorro del líquido de absorción, del cual la mayor parte alcanza el recipiente mientras que una parte más pequeña del chorro está siendo arrastrada por el gas, produciendo el líquido de absorción un buen contacto con el gas. La mayoría de los tipos de toberas están diseñadas para facilitar una más reducida caída de presión así como una buena distribución del líquido y
10 un menor riesgo de atascamiento. Es sobre todo preferible que las dimensiones características de las toberas - como, por ejemplo, el más pequeño diámetro del agujero ó la más reducida anchura del espacio intermedio - sean de 1 hasta 8 cms. Estos tamaños de las toberas tienen por resultado una buena distribución, una más reducida caída de presión así como un apropiado tamaño de las pequeñas gotas que se forman por el contacto con el líquido de absorción. Por el mencionado contacto con el líquido de absorción, las pequeñas gotas adquieren unos tamaños que están dentro de una amplia gama. Esta gama de tamaños puede abarcar cierta cantidad de pequeñas gotas, que se evaporan rápidamente al entrar las mismas en contacto con un gas que no se encuentra saturado de vapor de agua. Sin embargo, la mayor parte del líquido no será arrastrada por el gas, sino la misma cae hacia el interior del recipiente.

La caja de salida comprende, convenientemente, un fondo que está situado por debajo del nivel de la cara superior de la placa perforada. Un fondo, situado de este modo, facilita de una manera eficiente una presión hidrostática que es lo suficientemente elevada para poder conseguir la deseada velocidad del líquido a partir del medio de distribución.

Según una preferida forma para la realización resulta que la superficie del líquido dentro del recipiente se encuentra por debajo de la caja de salida, y así queda proporcionado un conducto de paso entre la superficie del líquido de absorción y la caja de salida. Esta forma de realización permite efectuar una variación en este conducto de paso por modificarse el nivel de la superficie del líquido de absorción dentro del recipiente. Al mismo tiempo es conseguido un conveniente dispositivo acumulador con el que el líquido de absorción, que ha atravesado el referido conducto de paso, será acumulado fácilmente dentro del recipiente. La superficie del líquido de absorción, en conjunto con el líquido de absorción, que fluye desde el medio de distribución hacia, abajo, proporcionan un eficiente sellado del conducto de paso, el cual reduce el riesgo de que el gas pueda pasar por éste último sin entrar en contacto con el líquido de absorción. Sobre todo es preferible que la superficie del líquido de absorción dentro del recipiente se extienda por debajo de principalmente toda la placa perforada. Esto tiene la ventaja de que dentro del recipiente se pueden acumular tanto el líquido de absorción, que fluye a partir del medio de distribución, como el líquido de absorción que a través de los agujeros de la placa perforada puede fluir hacia abajo. Sobre todo al estar el flujo del gas más pequeño que el flujo para el cual ha sido diseñado el dispositivo, resulta que una parte considerable de la capa, que es fluida sobre la placa perforada, fluirá a través de los agujeros de la placa perforada hacia abajo. Al extenderse la superficie del líquido dentro del recipiente por debajo de la superficie de la placa perforada en su conjunto, todo el líquido de absorción, que a través del medio de distribución y de los agujeros de la placa perforada fluye hacia abajo, será de este modo recogido dentro del recipiente, y esto sin que sea necesario ningún medio auxiliar como pueden ser unas bombas y sus tuberías.

Según un preferida forma para la realización es así que un borde rebosador se encuentra dispuesto entre la placa perforada y la caja de salida. Este borde rebosador proporciona un determinado y más pequeño grosor de la capa que es fluida sobre la placa perforada. Esto es especialmente conveniente en el caso de un más reducido flujo de gas habida cuenta de que, sin este borde rebosadero, existiría el peligro de que la caja de salida pudiera desviar toda esta capa fluida.

De acuerdo con otra preferida forma para la realización resulta que la caja de salida comprende un medio de control - como, por ejemplo, unas placas de orificios - para regular la velocidad del flujo de líquido que pasa a través del medio de distribución. Este medio de control puede ser empleado para regular la función de la caja de salida con respecto al modo de operación de la corriente, de tal manera que a las distintas velocidades de flujo del gas pueda ser conseguido el más eficiente funcionamiento del dispositivo.

El referido medio para aportar el líquido de absorción a la cara superior de la placa perforada comprende, de forma preferente, una bomba de tipo mamut. Esta bomba mamut permite el transporte del líquido de absorción así como, simultáneamente, la oxidación de cualquier sustancia oxidable - como, por ejemplo, los sulfitos - que se pueda presentar dentro del líquido. Una ventaja especial de la bomba mamut en el dispositivo según la presente invención consiste en el hecho de que, al tratarse de un mayor flujo de gas, dentro del conducto de paso es normalmente necesaria una elevada altura así como, al mismo tiempo, un alto grado de oxidación de sulfitos. Las características de la bomba mamut proporcionan, asimismo, una gran capacidad de oxidación a un mayor flujo del líquido de absorción, la cual es necesaria para conseguir una elevada altura dentro del conducto de paso.

Para ventilar el líquido de absorción, una zona de ventilación está dispuesta, de una manera conveniente, entre la placa perforada y el medio de distribución. La ventilación conduce a un aumento en la densidad del líquido de absorción, lo cual incrementa la presión hidrostática dentro de la caja de salida. Una incrementada presión hidrostática puede ser aprovechada para aumentar la velocidad del líquido a través del medio de distribución. Gracias a la ventilación existe, asimismo, la posibilidad de reducir la profundidad de la caja de salida a una presión hidrostática constante.

ES 2 361 299 T3

Breve descripción de los planos adjuntos

A continuación, la presente invención está descrita con más detalles a través de un número de formas de realización y con referencia a los planos adjuntos, en los cuales:

La Figura 1 muestra una esquematizada vista lateral de sección del dispositivo de la presente invención;

La Figura 2 indica, a escala de aumento, la vista lateral de sección de aquella parte del dispositivo, la que en la Figura 1 está marcada con II;

La Figura 3a muestra la vista en planta del fondo de una caja de salida, indicada en las Figuras 1 y 2;

La Figura 3b indica la vista en planta de una forma de realización alternativa para el fondo indicado en la Figura 3a;

La Figura 4a muestra la vista lateral de sección de una caja de salida provista de un borde rebosadero;

La Figura 4b indica la vista en planta del fondo que está indicado en la Figura 3a y el cual está provisto de una placa de orificios;

La Figura 5a muestra la vista lateral de sección de una forma de realización de la presente invención en forma de un dispositivo circular;

La Figura 5b indica la vista en planta del dispositivo indicado en la Figura 5a, la cual está realizada en sección a lo largo de la línea V-V;

La Figura 6a muestra la vista lateral de sección de todavía otra forma de realización de la presente invención en forma de otro dispositivo circular; mientras que

La Figura 6b indica la vista en planta del dispositivo indicado en la Figura 6a, la cual está realizada en sección a lo largo de la línea VI-VI.

Descripción de unas preferidas formas de realización

La Figura 1 muestra un dispositivo 1 conforme a la presente invención. Este dispositivo 1 comprende una entrada 2 para el gas de escape 4 procedente de una caldera (no indicada). La parte inferior del dispositivo 1 constituye un depósito 6 que está previsto para contener un líquido de absorción 8. Este dispositivo 1 comprende también una bomba de tipo mamut 10 para conducir el líquido de absorción 8 desde el depósito 6 y a través de un conducto de entrada 12 hacia una zona de entrada 14. La bomba mamut 10 se compone de un tubo 16 que transporta un aire comprimido desde el recipiente de aire comprimido (no indicado), como asimismo comprende esta bomba un determinado número de toberas de aire comprimido 18 para distribuir el aire comprimido dentro del líquido de absorción 8. La zona de entrada 14 se comunica con una placa perforada 20* Esta placa perforada 20 está prevista para sostener por su cara superior 22 una capa 24 del líquido de absorción 8, la cual fluye sobre la capa superior 22. La placa perforada 20 comprende una cantidad de agujeros 26 que están distribuidos de manera uniforme y a través de los mismos pueden pasar los gases de escape 4. La proyección de toda la superficie horizontal de la placa perforada 20 se encuentra dentro de las paredes del depósito 6 y de tal modo que el líquido de absorción 8, que gotea por los agujeros 26 de la placa perforada 20 hacia abajo, pueda ser eficientemente recogido dentro del depósito 6. El dispositivo 1 comprende, además, una zona de salida 28 que se comunica con la cara superior 22 de la placa perforada 20. Esta zona de salida 28 se encuentra situada por un extremo de la placa perforada 20, en frente de la zona de entrada 14, así como a una distancia L desde la zona de entrada 14. La zona de salida 28 comprende una caja de salida 30 para recoger el líquido de absorción 8 que fluye en forma de la capa 24 sobre la placa perforada 20. Esta caja de salida 30 tiene un fondo 32 que está equipado con un medio de distribución en forma de las toberas 34. Entre el fondo 32 de la caja de salida 30 y la superficie 36 del líquido de absorción dentro del depósito 6 existe un conducto de paso que tiene forma de un espacio intermedio 38 y por el cual pueden pasar los gases de escape 4. El gas 40, que ya ha pasado por el dispositivo 1, es conducido por una salida 42 para gas a efectos de un tratamiento posterior (no indicado) que puede comprender, por ejemplo, la separación de pequeñas gotas del gas así como el recalentamiento del gas a una temperatura por encima de la temperatura de saturación para el vapor de agua. El líquido de absorción 8 consiste principalmente en una mezcla de agua, de piedra caliza - que es aportada al depósito desde un recipiente (no indicado) de una suspensión de piedra caliza - de yeso y del sulfito cálcico que se forma al separarse el dióxido sulfuroso del gas de escape 4. El líquido de absorción 8 puede ser preparado, por ejemplo, en la manera descrita en la Patente Internacional Núm. WO 96/00122.

Por consiguiente, y de acuerdo con el procedimiento de la presente invención, un gas de escape 4 es conducido por el conducto de entrada 2 hacia el espacio intermedio 38. Dentro de este el espacio intermedio 38, el líquido de absorción 8 es añadido a través de las toberas 34. A continuación, el líquido de absorción 8 es puesto en contacto con el gas de escape 4 para ser mezclado con el mismo, por lo cual se constituye una zona de contacto 44. Dentro de esta zona de contacto 44, el líquido de absorción 8 se evapora parcialmente, y el gas de escape 4 queda sustancialmente saturado con el vapor de agua. Por lo tanto, al ser el gas de escape 4 dentro de la zona de contacto 44 puesto en contacto con principalmente toda la cantidad del líquido de absorción 8, que fluye por la cara superior 22 de la placa

ES 2 361 299 T3

perforada 20, en el gas es obtenido un grado satisfactorio de saturación. Después, el gas de escape 4 es transportado ulteriormente hacia un espacio 46, situado entre la superficie 36 del líquido de absorción y la placa perforada 20. El gas de escape 4, que tras su paso por el espacio intermedio 38 se encuentra sustancialmente saturado, contiene también unas pequeñas gotas del líquido de absorción 8, las cuales son arrastradas desde la zona de contacto 44. Estas
5 arrastradas pequeñas gotas producirán sobre la cara inferior 47 de la placa perforada un efecto de barrido que reduce el riesgo de una precipitación de sustancias sólidas, tanto sobre la cara inferior 47 de la placa perforada 20 como dentro de los agujeros 26. Seguidamente, el gas de escape 4 se hace pasar por los agujeros 26 en la placa perforada 20, y este gas es dispersado al entrar el mismo en contacto con la capa fluida 24 del líquido de absorción 8 en la cara superior 22 de la placa perforada 20, siendo separado del gas de escape 4 el dióxido sulfuroso que está disuelto dentro del líquido
10 de absorción 8. A continuación, el gas 40, del cual ya ha sido separado el dióxido sulfuroso, sale del dispositivo a través de la salida de gas 42.

Las burbujas de aire comprimido, formadas por las toberas 18 de la bomba mamut 10, reducen la densidad del líquido de absorción 8 dentro del conducto de entrada 12. Por lo tanto, el líquido de absorción 8 fluiría en el sentido ascendente dentro del conducto de entrada 12 y alcanza la zona de entrada 14 para fluir sobre la cara superior 22 de la placa perforada 20; lugar éste en el que este líquido absorbe el dióxido sulfuroso del gas de escape 4. Durante la absorción del dióxido sulfuroso se forman dentro del líquido de absorción 8 unos iones de sulfito. Una elevada concentración de estos iones de sulfito no es conveniente, teniendo en cuenta que con ello se incrementa el riesgo de una precipitación así como de la incrustación del sulfito cálcico. A la vista de que la bomba mamut 10 aporta el
15 aire, dentro del conducto de entrada 12 tendrá lugar una fuerte oxidación de los iones de sulfito, al mismo tiempo que el líquido de absorción 8 está siendo transportado hacia arriba. Si se hace necesaria una oxidación ulterior, en la cercanía del fondo del depósito 6 puede estar instalado un dispositivo de oxidación 48 que es alimentado con el aire comprimido procedente de un recipiente de aire comprimido (no indicado). Una vez que el líquido de absorción 8 haya inundado por completo la placa perforada 20, el mismo es conducido hacia la zona de salida 28. Dentro de esta
20 zona de salida 28 no se hace entrar ninguna burbuja del gas de escape 4 en el líquido de absorción 8, por lo que el líquido de absorción 8 puede ser ventilado en mayor ó menor grado, lo cual impone un incremento en su densidad. El líquido de absorción es recogido dentro de la caja de salida 30, y el mismo fluye luego de las toberas 34 hacia fuera para entrar en contacto con el gas de escape 4 así como para ser evaporado parcialmente. Aquella parte del líquido de absorción 8, la cual no se ha evaporado y la que sale de las toberas 34, choca con la superficie líquida 36 y se mezcla
25 con el líquido de absorción dentro del depósito 6.

Como consecuencia, el líquido de absorción 8 será conducido por encima de la cara superior 22 de la placa perforada 20 para luego ser retornado, a través de la zona de contacto 44, al depósito 6 y ser tratado con aire a efectos de la oxidación de sulfitos, antes de que este líquido de absorción sea conducido de nuevo hacia la cara superior 22 de la placa perforada 20. Por consiguiente, queda proporcionado un proceso de contra-corriente con el que el líquido de absorción 8 -que en la cara superior 22 de la placa perforada 20 acaba de absorber el dióxido sulfuroso y, por lo tanto, ya ha entrado en contacto con el gas depurado 40 - es conducido hacia la zona de contacto 44 dentro de la cual el mismo entra en contacto con el gas de escape sin depurar 4. Teniendo en cuenta que el gas de escape no-depurado 4 contiene unas mayores cantidades del dióxido sulfuroso que el gas ya depurado 40, también dentro de la zona de
35 contacto 44 se produce una considerable absorción adicional del dióxido sulfuroso, debido a este proceso de la contra-corriente, y esto a pesar del hecho de que el líquido de absorción 8 ya había absorbido grandes cantidades de dióxido sulfuroso en la placa perforada 20. Por consiguiente, este proceso de la contra-corriente tiene por resultado que el dispositivo 1 tenga así una mayor capacidad para la absorción del dióxido sulfuroso, en comparación con el estado anterior de la técnica así como cuando unas cantidades comparables del líquido de absorción fluyan sobre la placa
40 perforada 20.

La Figura 2 indica, a escala de aumento, aquella parte de la Figura 1, la cual está marcada con II. Tal como puede ser apreciado, el gas de escape 4 incidirá en la superficie 36 del líquido y el mismo forma una superficie 50 que se extiende hacia abajo, en la cercanía de la entrada 2 para el gas de escape 4. La aparición exacta de esta superficie
50 varía en función de la velocidad del flujo del gas 4 así como del diseño exacto del dispositivo 1 y, por lo tanto, la presentación de la superficie 50, indicada en la Figura 2, ha de ser considerada como un ejemplo esquematizado. El gas de escape 4 también incidirá en un flujo 35 del líquido de absorción 8, el cual sale de las toberas 34, de tal manera que este flujo 35 ya no es vertical sino será desviado por su parte superior. Para el flujo 35 es importante que el mismo sea tan fuerte en relación con el tamaño de las pequeñas gotas y con su velocidad que por todo el trayecto quede proporcionada una cortina del líquido de absorción 8, desde la caja de salida 30 hasta la superficie 36 del líquido de absorción. El espacio 38, situado entre la superficie 36 del líquido de absorción y la caja de salida 30, tiene por las toberas 34 una altura H que es controlada por el nivel del líquido de absorción dentro del depósito 6, es decir, por el nivel de la superficie 36 del líquido. A cierto flujo del gas de escape 4, una determinada altura H tendrá por resultado una correspondiente velocidad del gas 4 dentro del espacio intermedio 38. Se ha descubierto que esta velocidad del gas no debe ser superior a 35 mtrs/seg., aproximadamente. A una mayor velocidad del gas se incrementa dentro del espacio intermedio 38 la caída de presión. Un inconveniente aún más importante de unas velocidades mayores consiste en el hecho de que el gas de escape 4 arrastraría la mayor parte del líquido de absorción 8 que sale de las toberas 34. Esto hace que se incremente la caída de presión dentro del espacio 46 y que se llenen los agujeros 26 con el líquido de absorción, con lo cual aumenta también la caída de presión dentro de los agujeros. La velocidad del gas dentro del espacio intermedio 38 debe ser mayor de aproximadamente 5 mtrs/seg. Con el fin de asegurar un buen contacto
65 del gas de escape 4 y el líquido de absorción 8, que es distribuido por medio de las toberas 34, se ha descubierto que - tal como en el caso representado en la Figura 2 en el que la superficie 36 del líquido dentro del depósito 6 se extiende por la misma superficie horizontal como lo hace la placa perforada 20 - la altura H es la apropiada en

ES 2 361 299 T3

por lo menos aproximadamente un 10% de la longitud del lecho, es decir, de la longitud L desde la zona de entrada 14 hasta la zona de salida 28. El flujo del aire comprimido hacia la bomba mamut 10 es regulado para ajustar la altura H a un valor que sea apropiado para el actual modo de funcionamiento. Con un aumento en el flujo del gas de escape 4 queda incrementado el flujo de aire de la bomba mamut 10, lo cual hace aumentar, asimismo, el flujo del líquido de absorción 8 hacia la zona de entrada 14. Debido a ello, se incrementa el grosor de la capa 24 y se reduce la cantidad del líquido dentro del depósito 6 como se incrementa, asimismo, la altura H. Por consiguiente, la velocidad del gas dentro del espacio intermedio 38 puede ser mantenida dentro de la gama deseada. Al mismo tiempo, una más gruesa capa 24 permite una suficiente absorción del dióxido sulfuroso también a un mayor flujo del gas de escape 4.

La caja de salida 30 está diseñada de tal manera que de las toberas 34 pueda salir el deseado flujo del líquido de absorción 8. Para impedir que el gas de escape 4 pueda pasar por las toberas 34, en vez de pasar por los agujeros 26, ha de tener la caja de salida 30 una determinada presión hidrostática P_1 . Una presión diferencial dP_r dentro del gas de escape puede ser medida en un punto A, que se encuentra directamente por delante de la zona de contacto 44, y en un punto B que está situado directamente por encima de la capa 24. La presión hidrostática P_1 dentro de la caja de salida 30 puede entonces ser calculada como la altura h_1 , es decir, calculada desde el fondo 32 de la caja de salida 30 hasta un punto S en la superficie del líquido de absorción 8, el cual está situado justamente por encima del fondo 32, y ser multiplicada por la densidad del líquido dentro de la caja de salida 30 así como por la aceleración de gravedad g.

El líquido de absorción 8, que sale de las toberas 34, ha de tener una determinada velocidad para facilitar un buen contacto entre este líquido y el gas de escape 4 dentro de la zona de contacto 44. Se ha descubierto que puede ser conveniente una velocidad del líquido de 0,2 hasta 3 mtrs/seg. Para proporcionar esta velocidad del líquido, resulta que la presión hidrostática P_1 dentro de la caja de salida 30 ha de ser considerablemente mayor que la presión diferencial dP_r . Se ha puesto de manifiesto que una altura h_1 , que es por lo menos aproximadamente 100 mms. más alta que la altura necesaria para solamente igualar la presión diferencial dP_r , es la altura apropiada para proporcionar la referida velocidad del líquido. También ha de entenderse que, al tratarse de una más reducida altura H, dentro del espacio intermedio 38 habrá una elevada caída de presión la cual incrementa la presión diferencial dP_r que, en cambio, requiere una más elevada altura h_1 dentro de la caja de salida 30.

El líquido de absorción 8 dentro de la capa 24 contendrá una cantidad relativamente elevada de burbujas de gas. Es deseable que la altura h_1 sea la más reducida posible cumpliendo, no obstante, con las condiciones anteriormente indicadas y teniendo en cuenta que la diferencia del nivel H_1 entre la cara inferior 47 de la placa perforada 20 y la superficie 36 del líquido - el cual ha de ser generado por la bomba mamut 10 para conseguir la deseada altura H dentro del espacio intermedio 38 - será entonces más pequeña, lo cual reduce el consumo de aire comprimido en la bomba mamut 10. Al ser la presión hidrostática P_1 dentro de la caja de salida 30 proporcional al producto entre la altura h_1 y la densidad del líquido de absorción 8 dentro de la caja de salida 30, para obtener la misma presión hidrostática hace falta incrementar la densidad al ser reducida la altura h_1 . Para esta finalidad, la velocidad del líquido vertical en el sentido descendente dentro de la caja de salida 30 debe, ser, de forma conveniente, de aproximadamente 0,1 hasta 1 mtro./seg., con preferencia de 0,5 mtro./seg., aproximadamente. Se ha descubierto que una velocidad de este tipo es la apropiada para proporcionar una ventilación satisfactoria del líquido, la cual aumenta la densidad del mismo. Para esta misma finalidad está prevista una zona de ventilación 51 entre la caja de salida 30 y el agujero 27 de la placa perforada 20, el cual es el último agujero, visto en la dirección de flujo P de la capa fluida 24. Al fluir el líquido de absorción 8 sobre la zona de ventilación 51 salen del líquido de absorción 8 unas burbujas de gas, lo cual hace que se incremente la densidad,

La totalidad del flujo del líquido de absorción, que pasa por encima de la placa perforada 20, es empleada para entrar en contacto con el gas de escape 4 dentro de la zona de contacto 44. Una relación apropiada (también denominada ratio $L/G = \text{Líquido/Gas}$) entre el flujo del líquido de absorción sobre la placa perforada 20 en forma de la capa fluida 24 y el flujo del gas de escape 4 a través de la capa 24, prevista en la placa perforada 20, es de 10 hasta 50 litros de líquido de absorción por m^3 del gas de escape. Al entrar este flujo relativamente grande del líquido de absorción en contacto con el gas de escape 4 dentro de la zona de contacto 44, dentro de ésta última se consiguen una satisfactoria saturación del gas de escape con vapor de agua así como una considerable absorción del dióxido sulfuroso.

La Figura 3a muestra el fondo 32 de la caja de salida 30, visto el mismo a lo largo de la línea III-III, indicada en la Figura 2. Este fondo 32 está equipado con una primera fila de toberas 52, dispuestas en el sentido horizontal del flujo del gas de escape 4, así como con una segunda fila de toberas 54, dispuestas en la misma dirección del flujo. Las toberas tienen la forma de los agujeros circulares 55 y 56, respectivamente. Estos agujeros circulares, 55 y 56, pueden ser de una configuración cilíndrica ó bien un extremo de los mismos puede estar redondeado, achaflanado ó puede ser de cualquier otra forma apropiada para toberas. El diámetro más pequeño D - es decir, la sección transversal más reducida de los agujeros, 55 y 56 - ha de ser de aproximadamente 1 hasta 8. cms., con preferencia de 1 hasta 5 cms., aproximadamente. Al ser el diámetro del agujero inferior a 1 cm., se forman unas pequeñas gotas al entrar el líquido de absorción 8 en contacto con el gas de escape 4, y estas gotas son tan pequeñas que las mismas pueden fácilmente y en gran medida ser arrastradas por el gas de escape 4, lo cual produce dentro del espacio 46 así como en los agujeros 26 la incrementada caída de presión anteriormente mencionada. Al ser empleados unos agujeros, 55 y 56, con un diámetro mayor de 8 cms., se produce un contacto insuficiente entre el líquido de absorción 8 y el gas de escape 4, lo cual tiene por efecto una insuficiente saturación del gas de escape con el vapor de agua. Tal como esto puede ser observado en la Figura 3a, los agujeros 55 dentro de la fila 52 se encuentran desplazados con respecto a los agujeros 56 situados dentro de la fila 54. Esto está previsto con el fin de conseguir la cobertura y el contacto óptimos

ES 2 361 299 T3

entre el líquido de absorción 8 y el gas de escape 4, de tal modo que ni una pizca del gas de escape 4 pueda pasar por la zona de contacto 44 sin que sea abastecida del vapor de agua.

La Figura 3b muestra una forma de realización alternativa para la caja de salida 30 indicada en la Figura 3a. Esta caja de salida 130, indicada en la Figura 3b, comprende un fondo 132 que está equipado con un primer espacio intermedio 152, previsto en el sentido horizontal del flujo del gas de escape 4, así como con un segundo paso intermedio 154, situado en la misma dirección del flujo. Estos dos espacios intermedios, 152 y 154, se solapan entre sí y de tal manera que ni una pizca del gas de escape 4 pueda pasar por la zona de contacto 44 sin que entre en contacto con el líquido de absorción 8. Los espacios intermedios, 152 y 154, pueden tener una sección transversal rectangular ó pueden estar redondeados, achaflanados ó ser de otra configuración apropiada para toberas por su entrada y/ó salida. La anchura más pequeña del hueco V- es decir, la sección transversal más pequeña del espacio intermedio, 152 y 154 - ha de ser de aproximadamente 1 hasta 5 cms., por la misma razón como la mencionada anteriormente en relación con los agujeros circulares, 55 y 56.

La Figura 4a indica una forma de realización alternativa para la caja de salida indicada en la Figura 2. Durante el funcionamiento a baja carga - es decir, al ser el flujo del gas de escape 4 inferior al flujo para el cual ha sido diseñado el dispositivo 1 - se presenta algunas veces el problema de que la capa 24 fluya sobre la placa perforada 20 a una velocidad demasiado elevada. Esto es debido al hecho de que, al reducirse el flujo del gas, también decae la presión diferencial dP_r . Como consecuencia, se incrementa la velocidad del flujo dentro de las toberas 34 y, por consiguiente, la capa 24 queda más rápidamente drenada a través de la caja de salida 30. Para proporcionar, en estas circunstancias, una capa 24 que sea lo suficientemente gruesa para el necesario grado de la absorción del dióxido sulfuroso, debe ser incrementado el flujo de aire comprimido dentro de la bomba mamut 10, lo cual hace subir los costos de operación durante un funcionamiento a baja carga. Esta es la razón por la cual la forma de realización de la caja de salida 230, indicada en la Figura 4a, comprende un borde rebosadero 258. Durante un funcionamiento a carga normal- es decir, con un flujo normal del gas de escape 4 - el nivel normal 224 de la capa 24 no se verá afectado por este borde rebosadero 258. Sin embargo, durante un funcionamiento a baja carga - es decir, con un más reducido flujo del gas de escape 4 - el nivel de baja carga 225 de la capa 24 será, debido al borde rebosadero 258, considerablemente más elevado que el nivel 227 dentro de la caja de salida 230. El más bajo nivel 227 dentro de la caja de salida 230 reduce, asimismo, la presión hidrostática y, por lo tanto, también la velocidad a la que el líquido de absorción 8 fluye de la caja de salida 230 hacia fuera. Como consecuencia, se consigue una compensación con la que el flujo del líquido de la caja de salida 230 hacia fuera queda compensado por el nivel 227. Por consiguiente, el hecho de que la capa 24 puede alcanzar, gracias al borde rebosadero 258, el nivel 225 hace posible reducir, durante el funcionamiento a baja carga, el consumo de aire comprimido en la bomba mamut 10.

La Figura 4b muestra otra forma de realización alternativa para el fondo indicado en la Figura 3a. La caja de salida 430, indicada en la Figura 4b en su vista en planta, comprende un fondo 432 que está provisto de los agujeros circulares, 455 y 456, en una manera similar a la indicada en la Figura 3a. Directamente por encima del fondo 432 de la caja de salida 430 está prevista una placa de orificios 458. Esta placa de orificios 458, que puede estar desplazada en relación con el fondo 432, tiene unos orificios circulares, 459 y 460, que son análogos a los agujeros 455 y 456, respectivamente. Por un desplazamiento de la placa de orificios 458 es, por lo tanto, posible proporcionar una mayor ó una menor reducción de las respectivas aberturas de los agujeros, 455 y 456. Existe, por consiguiente, la posibilidad de reducir los agujeros, 455 y 456, para así reducir el flujo del líquido de absorción 8 de la caja de salida 430 hacia fuera.

La Figura 5a indica una forma de realización circular para un dispositivo 501 según la presente invención. En la Figura 5b, el dispositivo 501 de la Figura 5a está indicado en una vista de sección transversal, realizada a lo largo de la línea V-V. Este dispositivo 501 comprende una entrada central 502 para el gas 504. La parte inferior del dispositivo 501 está constituida por un depósito 506 que está previsto para contener un líquido de absorción 508. Este dispositivo 501 comprende, además, una bomba mamut 510 para conducir el líquido de absorción 508 desde el depósito 506 a través de un conducto de entrada 512 hacia una zona de entrada 514. Esta zona de entrada 514 comprende ocho tubos 515 que conducen el líquido de absorción 508 hacia una placa perforada 520 que es del tipo como anteriormente descrito. La placa perforada 520 tiene una multitud de agujeros 526 que están uniformemente distribuidos y de los cuales se han indicado en la Figura 5b solamente algunos, y a través de los mismos puede pasar el gas de escape 504. El dispositivo 501 comprende, además, una zona de salida 528 que se comunica con la cara superior de la placa perforada 520. Esta zona de salida 528 comprende una caja de salida 530 para recoger el líquido de absorción 508 que fluye sobre la placa perforada 520. La caja de salida 530, que se extiende alrededor de la entrada 502, está convenientemente diseñada, en la manera anteriormente descrita en relación con las cajas de salida. Entre el fondo de la caja de salida 530 y una superficie 536 del líquido de absorción dentro del depósito 506 existe un hueco de paso en forma de un espacio intermedio 538 a través del cual puede pasar el gas de escape 504. El gas 540, que ha pasado por el dispositivo 501, es conducido a través de una salida de gas 542 hacia un tratamiento posterior (no indicado). Como alternativa, el conducto 512, que está situado de forma central, así como los tubos 515 pueden estar sustituidos por una multitud de bombas mamut como, por ejemplo, por seis bombas dispuestas a lo largo de la periferia exterior de la placa perforada 520.

La Figura 6a muestra todavía otra forma más para la realización de un dispositivo 601 según la presente invención. En la Figura 6b, el dispositivo de la Figura 6a está indicado en una vista de sección transversal, realizada a lo largo de la línea VI-VI. Este dispositivo 601 comprende una entrada 602 para el gas de escape 604, la cual está dispuesta por un lado del mismo. La parte inferior del dispositivo 601 consiste en un depósito 606 que está previsto para contener

ES 2 361 299 T3

un líquido de absorción 608. El dispositivo 601 comprende también una bomba mamut 610 para conducir el líquido de absorción 608 desde el depósito 606 a través de un conducto central de entrada 612 hacia una zona de entrada 614. Esta zona de entrada 614 conduce el líquido de absorción 608 hacia una placa perforada 620 que es del mismo tipo como anteriormente descrito. La placa perforada 620 comprende cierta cantidad de unos agujeros 626 que están distribuidos de manera uniforme y de los cuales se han indicado en la Figura 6b solamente algunos y a través de los mismos puede pasar el gas de escape 604. Este dispositivo 601 comprende, además, una zona de salida 628 que se comunica con la cara superior de la placa perforada 620. La zona de salida 628 comprende una caja de salida 630 para la recogida del líquido de absorción 608 que fluye sobre la placa perforada 620. Esta zona de salida 630 está diseñada de forma conveniente y en la manera anteriormente descrita en relación con las cajas de salida. Entre el fondo de la caja de salida 630 y una superficie 636 del líquido de absorción dentro del depósito 606 existe un hueco de paso en forma de un espacio intermedio 638 a través del cual puede pasar el gas de escape 604. El gas 640, que ha pasado por el dispositivo 601, es conducido a través de una salida central de gas 642 hacia un tratamiento posterior (no indicado).

Es evidente que son posibles toda una serie de modificaciones de las formas de realización anteriormente descritas de la presente invención, tal como la misma queda definida en las reivindicaciones del anexo.

La absorción del dióxido sulfuroso puede ser llevada a efecto empleándose para ella un gran número de líquidos de absorción distintos. Los ejemplos de las sustancias que, mezcladas con agua, son apropiadas para la separación del dióxido sulfuroso son las piedras calizas, la cal viva, la dolomita, el hidróxido sódico, etc., etc. Por consiguiente, el dispositivo no se encuentra limitado a una composición particular para el líquido de absorción.

El dispositivo según la presente invención puede estar diseñado de distintas formas. Aparte de un diseño circular como anteriormente descrito, también pueden pensarse en unos dispositivos rectangulares, cuadrados así como de una conformación sectorial.

Las bombas de tipo mamut pueden estar sustituidas por otros tipos de bomba como, por ejemplo, por unas bombas de hélice. Se prefieren, sin embargo, sobre todo las bombas mamut debido al efecto simultáneo de la oxidación. Existe también la posibilidad de prever que un determinado número de pequeñas bombas mamut conduzcan el líquido de absorción hacia la placa perforada. En algunas formas de realización del dispositivo es esto preferible, teniendo en cuenta que sobre la cara superior de la placa perforada puede así ser conseguida una más uniforme distribución del líquido de absorción.

La placa perforada puede estar diseñada de varias formas distintas, y la misma puede estar hecha de diferentes materiales. Una forma especialmente preferida para la realización de una tal placa perforada está descrita en la Patente Internacional Núm. WO 96/00122. Al ser empleadas unas placas perforadas hechas de un material de polímeros, el gas entrante ha de tener una temperatura más baja con el fin de no dañar la placa perforada, y esto puede ser conseguido por medio de la presente invención. La zona de contacto puede estar provista de unos medios que favorecen el contacto entre el gas y el líquido. Estos medios pueden consistir, por ejemplo, en unas rejillas verticales ó en mezcladores estáticos. No obstante, muchas veces es preferible emplear un diseño abierto, es decir, un diseño en el cual la zona de contacto no tiene ninguna parte componente que pudiera originar un atascamiento y, por lo tanto, una incrementada caída de presión dentro del espacio existente entre la caja de salida y la superficie del líquido de absorción dentro del depósito.

Las anteriores formas de realización son empleadas en la depuración de los gases de escape procedentes de una caldera con combustión de carbón. Es evidente que la presente invención también pueda ser empleada para otros procesos en los que el dióxido sulfuroso ha de ser separado de un gas. Algunos ejemplos de tales procesos pueden ser la combustión con fuel-oil, con turba, con un combustible biológico y con desperdicios, tanto de tipo industrial como doméstico; unos procesos metalúrgicos como la fabricación de acero y de cobre; unos procesos en la producción de hormigón así como los procesos de refinado como, por ejemplo, el refinado de petróleo y de gas natural. Este dispositivo también puede ser empleado para la absorción de otras sustancias, conjuntamente con el dióxido sulfuroso. Algunos ejemplos de estas sustancias son los halógenos de hidrógeno como el cloruro de hidrógeno, el fluoruro de hidrógeno, el bromuro de hidrógeno y el yoduro de hidrógeno, los bromuros; los metales pesados como el mercurio así como otras sustancias compuestas.

Tal como anteriormente mencionado, la zona de contacto 44 permite tanto una saturación del gas de escape 4 con el vapor de agua como la absorción del dióxido sulfuroso del gas de escape 4. No obstante, la presente invención también puede ser aplicada si solamente es deseada dentro de la zona de contacto 44 una saturación del gas de escape 4 con el vapor de agua y, al estar el gas de escape 4 ya saturado del vapor de agua, si es deseada solamente la absorción del dióxido sulfuroso dentro de la zona de contacto 44 así como si al mismo tiempo se desea efectuar tanto la saturación del gas de escape 4 con el vapor de agua como la separación del dióxido sulfuroso del gas de escape 4 dentro de la zona de contacto 44.

Ejemplo

Este ejemplo se refiere a un ensayo piloto hecho con un dispositivo del tipo anteriormente descrito con referencia a las Figuras 1, 2 y 3a.

ES 2 361 299 T3

La longitud de lecho L del dispositivo era de aproximadamente 3 metros. La placa perforada 20, que estaba hecha de polipropileno, tenía un grosor de 30 mms. así como una zona exenta de agujeros la cual era del 3,6%, aproximadamente, y los agujeros 26 tenían un diámetro de 22 mms. Estos agujeros 26 estaban achaflanados por la cara inferior 47 de la placa perforada 20. Una piedra caliza - con un tamaño de granulación tal que el 96%, aproximadamente, pasaba por una malla de 44 μm - ha sido suministrada al depósito 6 en forma de una suspensión acuosa con un 25% de peso. Al depósito 6 ha sido añadida más agua. Durante el funcionamiento, el líquido de absorción 8 dentro del depósito contenía aproximadamente un 15% de peso de sustancias sólidas, y el mismo tenía un valor pH de 4.5, aproximadamente.

Ha sido depurado el gas de escape 4 procedente de una central de energía con combustión de fuel-oil, entrando el gas, que no estaba saturado de vapor de agua, con una temperatura de aproximadamente 191 grados y con una concentración en dióxido sulfuroso de 732 ppms., aproximadamente. El gas de escape 4 ha sido conducido por la entrada 2 hasta llegar al espacio intermedio 38. La superficie 36 del líquido dentro del depósito 6 ha sido regulada a un nivel tal que la velocidad del gas dentro del espacio intermedio 38 fuera de 12 mtrs./seg. A esta velocidad del gas, la altura H representaba el 15% de la longitud L del lecho. La presión diferencial entre el punto A y el punto B ha sido estimada en 4.600 Pa. La altura h_1 dentro de la caja de salida 30 era de 700 mms., correspondiente a una presión hidrostática de 6.000 Pa, aproximadamente. Los agujeros circulares, 55 y 56, en el fondo de la caja de salida tenían un diámetro de aproximadamente 2 cms. La cantidad de los agujeros circulares, 55 y 56, ha sido elegida de tal manera que la velocidad del líquido, que a la presión hidrostática salía de los agujeros, 55 y 56, era de 1,5 mtrs./seg., aproximadamente. En la medida en la que esto podía ser juzgado por una inspección ocular, el gas 4 arrastraba aproximadamente un 10% del líquido de absorción que salía de los agujeros circulares, 55 y 56, por el fondo 32 de la caja de salida 30, mientras que la parte restante del líquido de absorción llegaba a la superficie 36 del líquido. Durante el ensayo no se han detectado ningún atascamiento en los agujeros 26 de la placa perforada, ni una incrustación en la cara inferior 47 de la placa perforada 20. Sin embargo, por esta cara inferior 47 podía ser observado un distinto efecto de lavado, producido por el líquido de absorción que era arrastrado por el gas de escape 4. Unas mediciones ponían de manifiesto que el gas 4 tenía una temperatura de aproximadamente 57 grados C. directamente por debajo de la placa perforada 20 y que el mismo estaba sustancialmente saturado del vapor de agua. El gas 40, que sale del dispositivo 1, tenía una temperatura de aproximadamente 55 grados C., y el mismo contenía aproximadamente 6 ppms. de dióxido sulfuroso.

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 361 299 T3

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la separación del dióxido sulfuroso de un gas (4, 504, 604) por medio de un líquido acuoso de absorción (8, 508, 608); procedimiento éste en el que el gas (4, 504, 604) se hace pasar en el sentido ascendente por una placa horizontal perforada (20, 520, 620) en la cual está prevista una capa fluida (24) del líquido de absorción (8, 508, 608), y este procedimiento está **caracterizado** porque el líquido de absorción (8, 508, 608) es conducido sobre la placa perforada (20, 520, 620) desde una zona de entrada (14, 514, 614) hasta una zona de salida (28, 528, 628), en la que el líquido de absorción (8, 508, 608) es recogido para ser obligado a fluir en el sentido descendente hasta un depósito (6, 506, 606) para el líquido de absorción (8, 508, 608); el gas (4, 504, 604) es conducido, en primer lugar, por una zona de contacto (44) en la que el mismo es puesto en contacto con el líquido de absorción (8, 508, 608) que desde la zona de salida (28, 528, 628) fluye en el sentido descendente hasta el depósito (6, 506, 606) y, a continuación, el gas (4, 504, 604) es conducido en el sentido ascendente a través de la placa perforada (20, 520, 620) así como por la capa fluida (24) que en ésta última está prevista para la separación del dióxido sulfuroso.

2. Procedimiento conforme a la reivindicación 1) en el cual al líquido de absorción es añadido un agente absorbente que es elegido entre la cal viva y la piedra caliza y de suspensiones de las mismas.

3. Procedimiento conforme a las reivindicaciones 1) ó 2) en el cual la superficie (36, 536, 636) del líquido de absorción dentro del depósito (6, 506, 606) se encuentra a un nivel situado por debajo de la zona de contacto (44) y un espacio de paso (38, 538, 638), a través del cual puede ser conducido el gas (4, 504, 604), queda proporcionado entre la superficie (36, 536, 636) del líquido de absorción y la zona de salida (28, 528, 628), mientras que un parámetro - representativo del nivel de la superficie (36, 536, 636) del líquido de absorción y, por consiguiente, también de la altura (H) del espacio de paso (38, 538, 638) - está siendo controlado de tal manera que la velocidad media del gas (4, 504, 604) dentro del espacio de paso (38, 538, 638) se encuentre dentro de la gama de 5 hasta 35 mtrs./seg.

4. Procedimiento conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores y en el cual la zona de salida (28, 528, 628) comprende una caja de salida (30, 530, 630) con por lo menos un medio de distribución (34) para distribuir dentro de la zona de contacto (44) el líquido que fluye desde la zona de salida (28, 528, 628) hasta el depósito (6, 506, 606), mientras que la relación entre la presión hidrostática dentro de la caja de salida (30, 530, 630) y la presión diferencial del gas - medida entre un primer punto (A), situado directamente por delante de la zona de contacto (44), y un segundo punto (B), situado sobre la capa fluida (24) del líquido de absorción (8, 508, 608) en la placa perforada (20, 520, 620) - es controlada de tal modo que la referida presión hidrostática sea mayor que la mencionada presión diferencial dentro del gas.

5. Procedimiento conforme a la reivindicación 4) en el cual la referida relación entre la presión hidrostática y la mencionada presión diferencial dentro del gas es controlada de tal manera que al líquido de absorción (8, 508, 608), que sale del medio de distribución (34), es concedida una velocidad de 0,2 hasta 3 mtrs./seg.

6. Procedimiento conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores y en el cual el gas se encuentra sin saturar antes de ser introducido en la zona de contacto (44), y este gas queda sustancialmente saturado con el vapor de agua al entrar el mismo dentro de la zona de contacto (44) en contacto con el líquido de absorción (8) que fluye hacia abajo.

7. Dispositivo para la separación del dióxido sulfuroso de un gas (4, 504, 604) por medio de un líquido acuoso de absorción (8, 508, 608); dispositivo éste que comprende:

a) Una entrada (2, 502, 602) para el gas (4, 504, 604), que contiene el dióxido sulfuroso, así como una salida (42, 542, 642) para el gas (40, 540, 640) del cual ha sido separado el dióxido sulfuroso

b) Una placa horizontal perforada (20, 520, 620), situada entre la entrada (2, 502, 602) y la salida (42, 542, 642) y la cual está prevista para permitir que el gas con contenido en dióxido sulfuroso pueda pasar desde abajo y pueda sostener en la cara superior (22) de la placa una capa fluida (24) del líquido de absorción (8, 508, 608);

c) Un depósito (6, 506, 606) para el líquido de absorción (8, 508, 608);

d) Por lo menos un conducto de entrada (12, 512, 612) que une el depósito (6, 506, 606) con la cara superior (22) de la placa perforada (20, 520, 620); así como

e) Por lo menos un medio (10, 510, 610) para conducir el líquido de absorción (8, 508, 608) desde el depósito (6, 506, 606) a través del conducto de entrada (12, 512, 612) hasta la cara superior (22) de la placa perforada (20, 520, 620) así como a lo largo de la placa perforada (20, 520, 620);

Dispositivo éste que está **caracterizado** porque el mismo comprende, además,

f) Por lo menos una caja de salida (30, 530, 630) para recoger el líquido de absorción (8, 508, 608) que fluye sobre la placa perforada (20, 520, 620); así como

ES 2 361 299 T3

g) Por lo menos un medio de distribución (34) que está previsto para que el gas (4, 504, 604), que a través de la entrada (2, 502, 602) es aportado al dispositivo, pueda entrar en contacto con el líquido (8, 508, 608), que fluye desde la caja de salida (30, 530, 630) hasta el depósito (6, 506, 606), y esto antes de que este gas pueda pasar por la placa perforada (20, 520, 620).

5

8. Dispositivo conforme a la reivindicación 7) en el cual el medio de distribución (34) comprende por lo menos una tobera (55, 56, 152, 154).

10

9. Dispositivo conforme a la reivindicación 8) en el cual la medida **característica** de la tobera (55, 56, 152, 154) - como, por ejemplo, el más pequeño diámetro (D) del agujero ó la más reducida anchura (V) del espacio intermedio - es de 1 hasta 8 cms.

15

10. Dispositivo conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 7) hasta 9) y en el cual la caja de salida (30, 530, 630) comprende un fondo (32) que está situado por debajo del nivel de la cara superior (22) de la placa perforada (20, 520, 620).

20

11. Dispositivo conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 7) hasta 10) y en el cual la superficie (36, 536, 636) del líquido dentro del depósito (6, 506, 606) se encuentra por debajo de la caja de salida (30, 530, 630) y queda proporcionado un espacio de paso (38, 538, 638) entre la superficie (36, 536, 636) del líquido de absorción y la caja de salida (30, 530, 630).

25

12. Dispositivo conforme a la reivindicación 11) en el cual la superficie (36, 536, 636) del líquido de absorción dentro del depósito (6, 506, 606) también se extiende por debajo de principalmente toda la placa perforada (20, 520, 620).

13. Dispositivo conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 7) hasta 12) y en el cual un borde rebosador (258) está dispuesto entre la placa perforada (20) y la caja de salida (230).

30

14. Dispositivo conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 7) hasta 13) y en el cual la caja de salida (430) comprende un medio de control - como, por ejemplo, unas placas de orificios (458) - para regular la velocidad del flujo de líquido a través del medio de distribución (459, 460).

35

15. Dispositivo conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 7) hasta 14) y en el cual el referido medio para conducir el líquido de absorción (8, 508, 608) hacia la capa superior (22) de la placa perforada (20, 520, 620) comprende una bomba de tipo mamut (10, 510, 610).

40

16. Dispositivo conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 7) hasta 15) y en el cual una zona de ventilación (51) para ventilar el líquido de absorción (8) está prevista entre la placa perforada (20) y el medio de distribución (34).

45

50

55

60

65

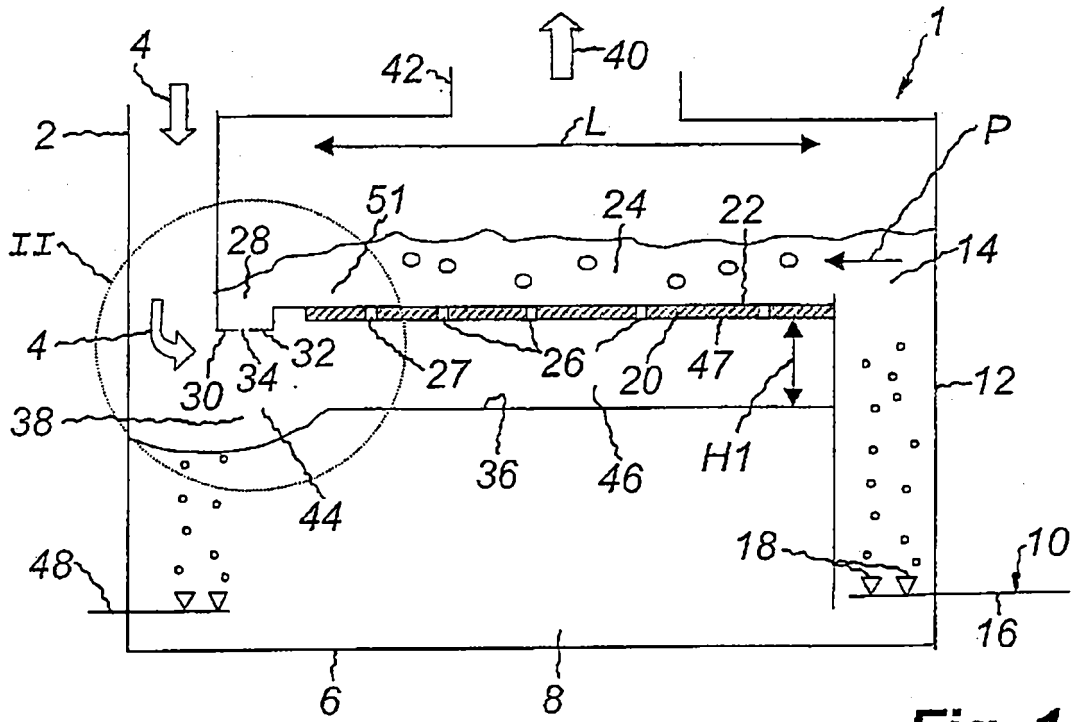


Fig. 1

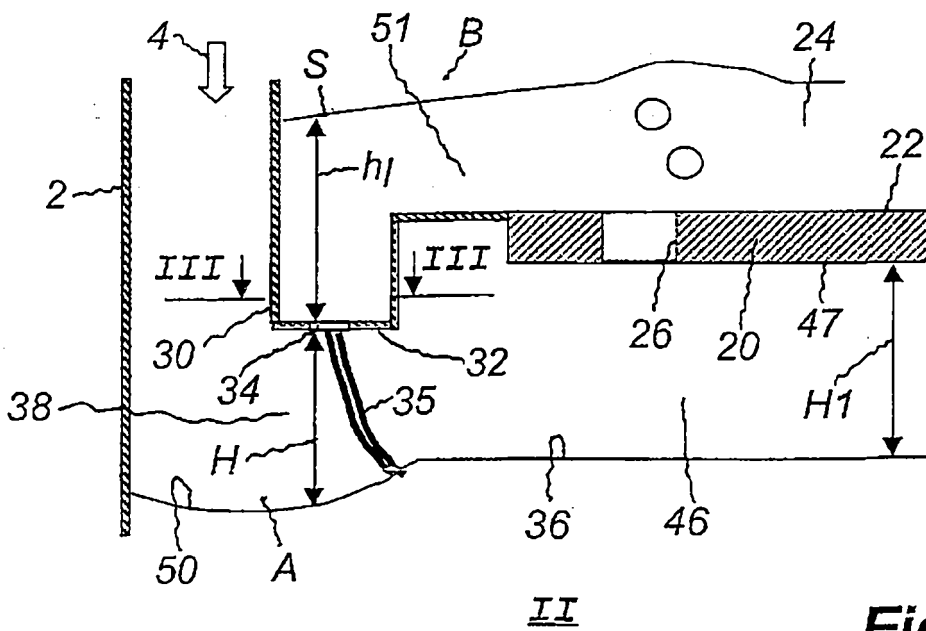
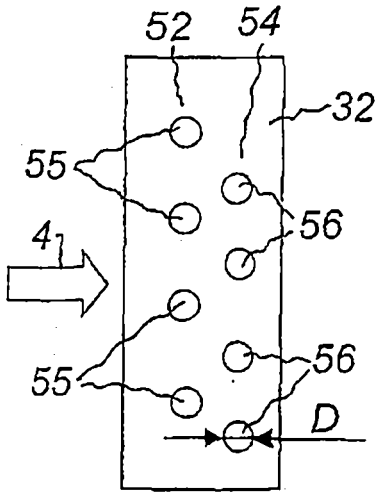


Fig. 2



III-III

Fig. 3a

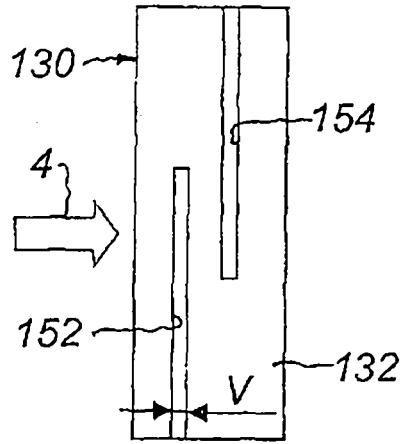


Fig. 3b

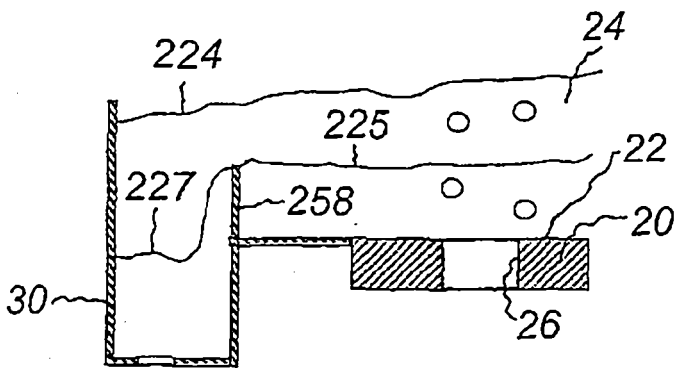


Fig. 4a

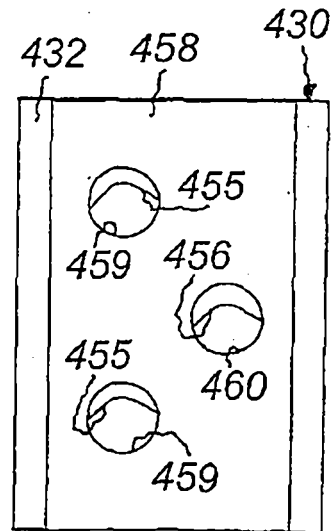


Fig. 4b

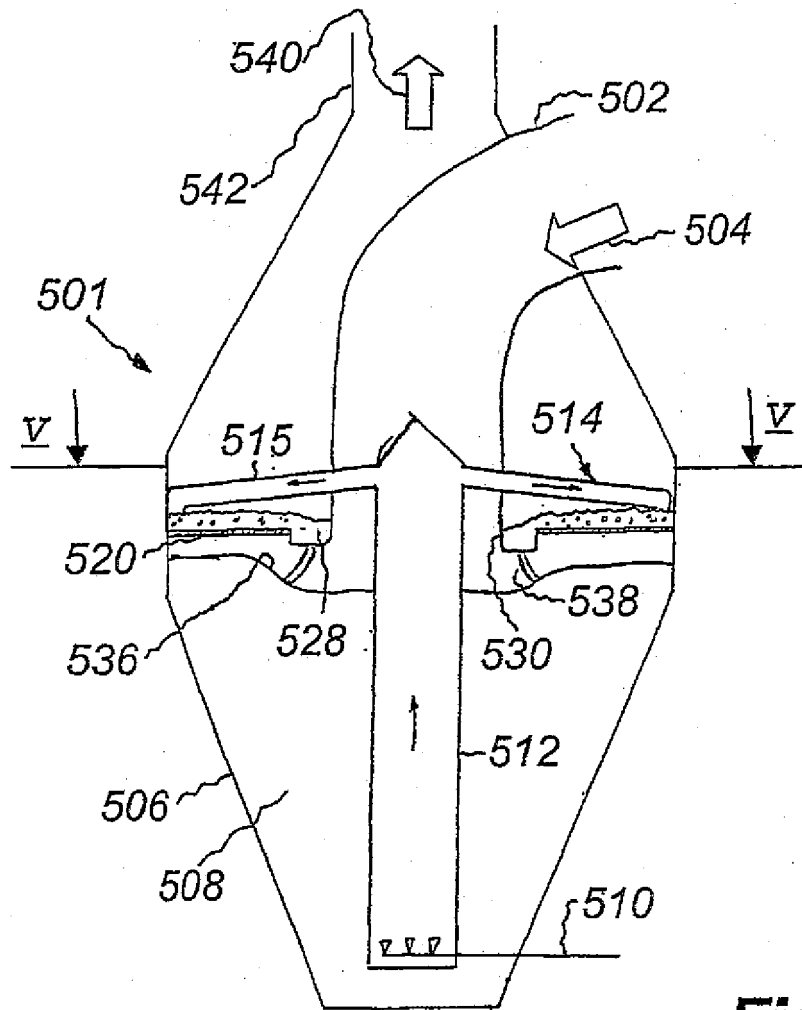


Fig. 5a

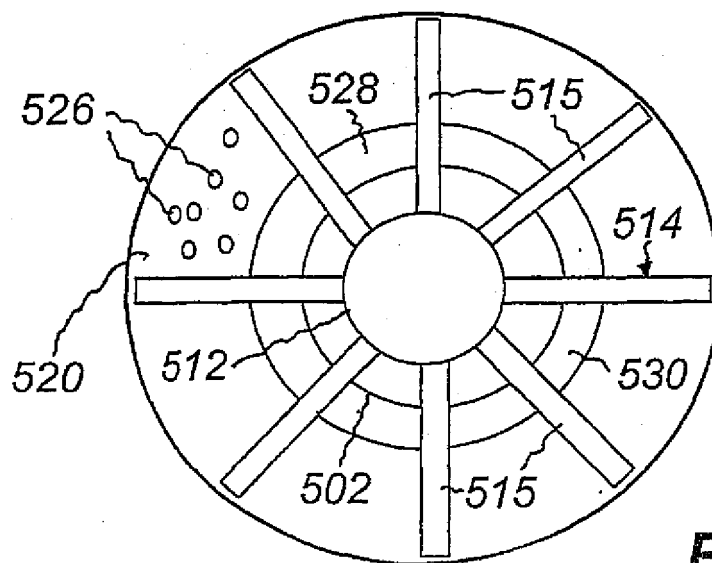


Fig. 5b

V-V

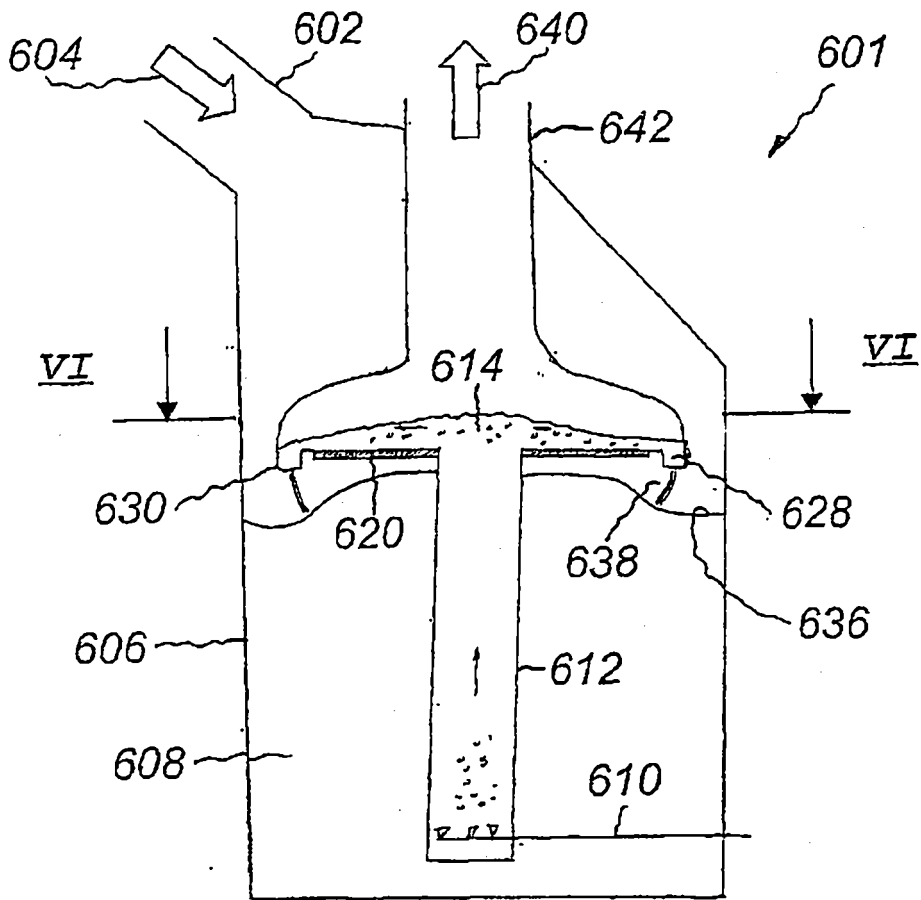
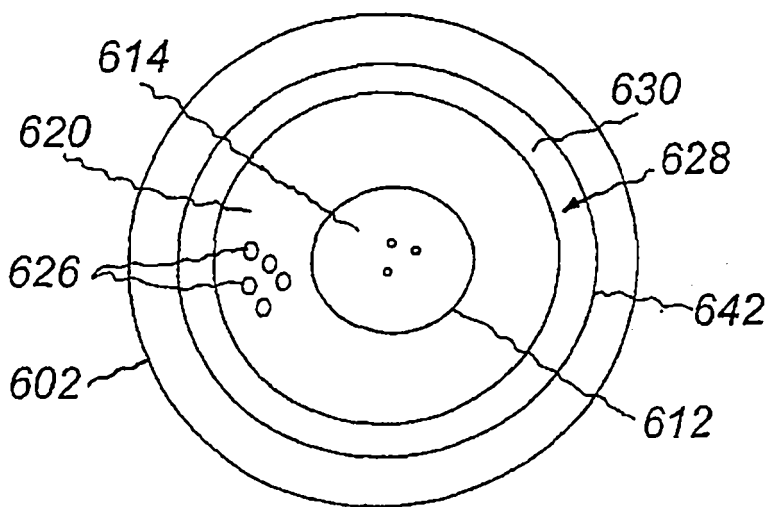


Fig. 6a



VI-VI

Fig. 6b