

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 442 902**

51 Int. Cl.:

B01D 53/10 (2006.01)

B01D 53/14 (2006.01)

B01D 53/50 (2006.01)

B01D 53/68 (2006.01)

C25C 3/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2011 E 11154939 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2013 EP 2489422**

54 Título: **Dispositivo y método para depurar un gas efluente de una célula electrolítica de producción de aluminio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.02.2014

73 Titular/es:
ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)
Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:
BJARNO, ODD EDGAR y
WEDDE, GEIR

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 442 902 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

Dispositivo y método para depurar un gas efluente de una célula electrolítica de producción de aluminio

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una unidad de depuración de gas para depurar un gas efluente de al menos una célula electrolítica de producción de aluminio, comprendiendo la unidad de depuración de gas al menos un reactor de contacto en el que el gas efluente se pone en contacto con alúmina, y un dispositivo de eliminación de polvos en el que al menos una parte de la alúmina que ha adsorbido contaminantes procedentes del gas efluente en el reactor de contacto se separa del gas efluente.

10 La presente invención se refiere además a un método de depuración de un gas efluente de al menos una célula electrolítica de producción de aluminio.

Antecedentes

Se puede producir aluminio mediante reacciones electrolíticas en células electrolíticas de producción de aluminio, a veces denominadas cubas de fusión electrolítica, usando el proceso Hall-Héroult. Un ejemplo de una cuba de fusión electrolítica se describe en el documento US 2009/0159434.

15 La reacción electrolítica que se produce en las cubas de fusión electrolítica produce gas efluente en forma de gas efluente caliente cargado de partículas, que se depura en una unidad de depuración de gas antes de ser descargado a la atmósfera. Un ejemplo de una unidad de depuración de gas para depurar el gas efluente generado en cubas de fusión electrolítica se describe en el documento US 5885539. La unidad de depuración de gas descrita en el documento US 5885539 comprende un primer reactor de contacto y un segundo reactor de contacto. El gas efluente procedente de las cubas de fusión electrolítica es primeramente enviado al primer reactor de contacto y, en el primer reactor de contacto, se pone en contacto con alúmina reciclada. El gas efluente parcialmente depurado es enviado después al segundo reactor de contacto y, en el segundo reactor de contacto, se pone en contacto con la alúmina nueva. La alúmina parcialmente usada se recicla entre el segundo reactor de contacto y el primer reactor de contacto. Un dispositivo de eliminación de polvos elimina la alúmina del gas efluente que se descarga después a la atmósfera.

El documento WO 98/28062 describe un proceso para depurar gases producidos en una planta de producción de aluminio. Los gases de venteo se depuran primero con respecto al material particulado y luego se envían a un depurador seco.

30 El documento US 3248177 describe un proceso para depurar humos procedentes de un proceso de electrólisis de aluminio. El sistema de depuración de gas comprende un precipitador electrostático para eliminar las partículas de polvo, y un depurador húmedo para eliminar fluoruros.

El documento US 2008/0050298 da a conocer un depurador seco para eliminar fluoruro de hidrógeno gaseoso procedente de gases de escape de fusión de alúmina. El método descrito implica el suministro al depurador seco de más alúmina en periodos más cálidos, y de menos alúmina en periodos más fríos.

35 El documento EP 2181753 describe un proceso de depuración en el que una concentración de dióxido de azufre se mide aguas abajo de un depurador seco para obtener una alerta temprana de cualquier problema de funcionamiento en el depurador seco.

40 El documento US 2006/0289290 describe un depurador seco para depurar gases de venteo de una célula de producción de aluminio. Antes de entrar en un reactor, los gases de venteo pueden ser enfriados por contacto con gotitas de un fluido de enfriamiento inyectado en un punto situado aguas arriba del reactor.

Resumen de la invención

45 Es un objeto de la presente invención proporcionar una unidad de depuración de gas para eliminar gases contaminantes, procedentes de un gas efluente, de una célula electrolítica de producción de aluminio, que es más eficiente, en lo que se refiere a la eficiencia de la eliminación de contaminantes del gas efluente, que la del estado de la técnica.

El objeto indicado anteriormente se consigue mediante una unidad de depuración de gas para depurar un gas efluente de al menos una célula electrolítica de producción de aluminio, comprendiendo la unidad de depuración de gas al menos un reactor de contacto en el que el gas efluente se pone en contacto con alúmina, y un dispositivo de eliminación de polvos en el que al menos una parte de la alúmina que tiene contaminantes adsorbidos del gas

5 efluente en el reactor de contacto se separa del gas efluente. La unidad de depuración de gas comprende además un depurador húmedo en el que el gas efluente enviado desde el dispositivo de eliminación de polvos se pone en contacto con un líquido de absorción que contiene agua para seguir eliminando contaminantes procedentes del gas efluente, estando el depurador húmedo dispuesto en un nivel vertical situado más alto que el del dispositivo de eliminación de polvos.

10 Una ventaja de la unidad de depuración de gas descrita anteriormente es que se obtiene una eliminación muy eficiente de contaminantes, tales como dióxido de azufre, fluoruro de hidrógeno, y partículas de polvo, procedentes del gas efluente, tanto con respecto a la eficiencia de eliminación como tal, como con respecto a las inversiones y gastos de explotación de la unidad de depuración de gas. Se puede obtener una unidad de depuración de gas muy compacta con una canalización mínima requerida, y distancias mínimas de transporte de gas efluente. Las distancias de transporte de gas efluente relativamente cortas dan como resultado una caída de presión y un consumo de energía de la unidad de depuración de gas relativamente bajos.

15 De acuerdo con una realización, la parte de depurador húmedo de la mencionada unidad de depuración de gas está situada en un punto verticalmente más alto que el del dispositivo de eliminación de polvos y al lado del mismo. Una ventaja de esta realización es que se obtiene una unidad de depuración de gas muy compacta, sin dificultar las revisiones y el mantenimiento del dispositivo de eliminación de polvos.

20 De acuerdo con una realización de la unidad de depuración de gas objeto de la presente invención, un silo de alúmina está dispuesto al lado del dispositivo de eliminación de polvos con el depurador húmedo colocado sobre al menos una parte del silo de alúmina y ocultando al menos en parte el silo de alúmina cuando el depurador húmedo se ve desde arriba. Una ventaja de esta realización es que el silo está integrado de manera eficiente en la unidad de depuración de gas con el depurador húmedo situado por encima del silo de alúmina, lo que hace que raramente requiera servicios de mantenimiento.

25 De acuerdo con una realización, el dispositivo de eliminación de polvos comprende un colector de gas depurado dispuesto en la parte superior del mismo. El dispositivo depurador húmedo está conectado en relación de circulación de fluido al colector de gas depurado a través de un conducto de salida dispuesto en una pared lateral del colector de gas depurado. Una ventaja de esta realización es que una combinación de una buena facilidad de mantenimiento con respecto al dispositivo de eliminación de polvos y una disposición compacta con respecto a las distancias de transporte cortas para el gas efluente, se traduce en un bajo consumo de energía de la unidad de depuración de gas.

30 De acuerdo con una realización, un ventilador está conectado a un conducto de salida de un colector de gas depurado del dispositivo de eliminación de polvos para producir un flujo de gas efluente desde el colector de gas depurado al depurador húmedo. Una ventaja de esta realización es que el ventilador está integrado para el flujo del gas efluente desde el colector de gas depurado al depurador húmedo. Por lo tanto, no se requiere ningún espacio, o sólo un espacio limitado, para el ventilador, y se obtiene una disposición muy compacta.

35 De acuerdo con una realización, un ventilador radial que comprende una hélice que gira sobre un árbol horizontal recibe gas efluente que circula en una dirección horizontal procedente del colector de gas depurado y transporta el gas efluente hacia arriba en el depurador húmedo colocado encima. Una ventaja de esta realización es que el ventilador radial realiza la doble función de enviar el flujo de gas efluente procedente del colector de gas depurado del dispositivo de eliminación de polvos al depurador húmedo, y de desviar el flujo de gas efluente de un flujo horizontal a un flujo vertical ascendente.

40 De acuerdo con una realización, el dispositivo de eliminación de polvos y el depurador húmedo juntos forman una unidad compacta común, y están soportados en una estructura de soporte común. Una ventaja de esta realización es que la unidad de depuración de gas es menos compleja, ocupa un espacio total más reducido y tiene un coste de inversión más bajo, ya que se minimiza el número de estructuras de soporte necesarias.

45 De acuerdo con una realización, un alojamiento superior de una unidad de depuración de gas aloja al menos una parte de un colector de gas depurado del dispositivo de eliminación de polvos, y al menos una parte del depurador húmedo. Una ventaja de esta realización es que el depurador húmedo y el colector de gas depurado están protegidos, por ejemplo, de cargas de viento, precipitaciones, luz solar y tormentas de arena. Así, se pueden reducir los requisitos en cuanto a los tipos de materiales de equipos y las dimensiones de los materiales adecuados, lo que reduce a su vez los costes de inversión requeridos.

50 De acuerdo con una realización, una abertura de entrada de depurador húmedo para recibir gas efluente que circula desde el dispositivo de eliminación de polvos está dispuesta en una parte inferior del depurador húmedo. Una ventaja de esta realización es que el depurador húmedo puede estar dispuesto muy cerca del dispositivo de eliminación de polvos, ya que está colocado en un nivel situado verticalmente por encima del nivel del dispositivo de

eliminación de polvos. Preferiblemente, un distribuidor de gas está dispuesto en la parte inferior del depurador húmedo para distribuir gas efluente que entra en el depurador húmedo por abajo.

5 De acuerdo con una realización, una chimenea para descargar gas efluente depurado está dispuesta en la parte superior del depurador húmedo. Una ventaja de esta realización es que una parte del depurador húmedo también sirve como chimenea. Además, no se necesitan conductos largos para canalizar el flujo de gas efluente depurado hacia una chimenea que estuviese dispuesta en un lugar apartado. Por lo tanto, se reducen los costes de inversión, explotación y mantenimiento.

10 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para eliminar gases contaminantes procedentes de un gas efluente de una célula electrolítica de producción de aluminio que es más eficiente con respecto a la eliminación de contaminantes del gas efluente que el método del estado de la técnica.

Este objeto se consigue con un método que comprende:

poner en contacto gas efluente con alúmina adsorbiendo al menos una parte del contenido de contaminantes del gas efluente;

15 separar al menos una parte de los contaminantes adsorbidos procedentes del gas efluente usando un dispositivo de eliminación de polvos; y

poner en contacto el gas efluente con un líquido de absorción que comprende agua en un depurador húmedo dispuesto en un punto situado verticalmente más alto que el de dicho dispositivo de eliminación de polvos para seguir eliminando contaminantes del gas efluente.

20 Una ventaja de este método es que los contaminantes pueden ser eliminados del gas efluente de una manera eficiente en lo que se refiere a los costes de inversión y explotación, y en lo que se refiere al nivel de pureza del gas efluente depurado al eliminarlos de la unidad de depuración de gas.

25 De acuerdo con una realización del método, el gas efluente del que se ha separado al menos una parte de la alúmina se envía a un colector de gas depurado dispuesto en la parte superior del dispositivo de eliminación de polvos. El gas efluente circula horizontalmente fuera del colector de gas depurado antes de ser desviado para que circule verticalmente hacia arriba en el depurador húmedo. Una ventaja de esta realización es que se obtiene una disposición compacta y eficiente, que aun así permite labores de mantenimiento del dispositivo de eliminación de polvos.

30 De acuerdo con una realización del método, el gas efluente circula hacia arriba y/u horizontalmente mientras se somete a los pasos que consisten en: ponerlo en contacto con alúmina, separarlo de la alúmina, entrar en el depurador húmedo, y ponerlo en contacto con líquido de absorción en el depurador húmedo, durante lo cual el gas efluente circula hacia arriba en al menos uno de los pasos. Con el gas circulando hacia arriba y, de manera opcional, horizontalmente, recorriendo distancias más cortas, durante los pasos de tratamiento, el gas efluente se mueve una distancia total relativamente corta. Además, el gas no se mueve sustancialmente hacia abajo durante los pasos de
35 tratamiento. Esto reduce los costes de inversión y de explotación reduciendo al mínimo las longitudes de los conductos de gas y la energía requerida por el ventilador. Además, el método puede llevarse a cabo en una unidad de depuración de gas que ocupa un espacio total relativamente más pequeño.

Otros objetos y características de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

40 La invención se describe en más detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 es una vista lateral esquemática, en sección transversal, de una unidad de depuración de gas que depura gas efluente procedente de al menos una célula electrolítica de producción de aluminio;

La figura 2 es una vista lateral esquemática de una unidad de depuración de gas, vista en la dirección representada por las flechas II-II de la figura 1.

45 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La figura 1 es una representación esquemática de una unidad de depuración de gas 1 en sección transversal vista lateralmente. La unidad de depuración de gas 1 comprende, como componentes principales, un conducto de entrada de gas 2, un primer reactor de contacto 4, un segundo reactor de contacto 6, un silo de alúmina 8, un dispositivo de

eliminación de polvos 10, un depurador húmedo 12, un alojamiento superior 14 de la unidad de depuración de gas, y una chimenea 16. Las flechas A indican la vía de circulación prevista del gas efluente a través de la unidad de depuración de gas 1.

5 La figura 2 ilustra la unidad de depuración de gas 1 vista en la dirección de las flechas II-II de la figura 1, es decir, según se ve desde el lado de la figura 1. El conducto de entrada de gas 2 está conectado a un conducto colector 18, ilustrado esquemáticamente y no dibujado a escala, que recoge gas efluente de cada una de las células electrolíticas de producción de aluminio 20, típicamente entre 1 y 400, más típicamente entre 5 y 200, cada una de las cuales puede ser operativa para producir aluminio conforme a, por ejemplo, el proceso Hall-Héroult mencionado.

10 Volviendo a la figura 1, el conducto de entrada de gas 2 canaliza el flujo de gas efluente procedente de las células electrolíticas de producción de aluminio hacia el primer reactor de contacto 4. Un alimentador volumétrico 22 es operativo para hacer recircular alúmina, Al_2O_3 , en el primer reactor de contacto 4 a fin de proporcionar contacto eficiente entre la alúmina y el gas efluente. Como efecto de ese contacto, gases contaminantes, tales como fluoruro de hidrógeno, HF y dióxido de azufre, SO_2 , son adsorbidos por la alúmina.

15 El gas efluente sigue circulando al segundo reactor de contacto 6. Un tubo de alimentación 24 con un alimentador volumétrico 25 está dispuesto para alimentar alúmina nueva al segundo reactor de contacto 6 desde el silo de alúmina 8 conectado en relación de circulación de fluido. La alúmina nueva efectúa una adsorción adicional de contaminantes procedentes del gas efluente en la alúmina. El silo de alúmina 8 está dispuesto junto al dispositivo de eliminación de polvos 10, y comparten una pared lateral vertical común 11. El depurador húmedo 12 está dispuesto por encima del silo de alúmina 8 y oculta al menos parcialmente la vista del silo de alúmina 8 cuando se mira verticalmente hacia abajo desde la parte superior del depurador húmedo 12, como se desprende de las perspectivas combinadas de la figura 1 y la figura 2.

20 El gas efluente, que comprende partículas arrastradas desde las células electrolíticas de producción de aluminio 20, alúmina reciclada arrastrada desde el primer reactor de contacto 4, y alúmina nueva arrastrada desde el segundo reactor de contacto 6, circula hacia el dispositivo de eliminación de polvos 10. El dispositivo de eliminación de polvos 10 está dispuesto por encima del segundo reactor de contacto 6. El dispositivo de eliminación de polvos 10 puede ser, por ejemplo, un precipitador electrostático, cuyo principio básico se conoce a partir de, por ejemplo, el documento US 4502872, o un filtro de tela, cuyo principio básico se conoce a partir de, por ejemplo, el documento US 4336035.

30 El dispositivo de eliminación de polvos ilustrado en la figura 1 es un filtro de tela 10. El filtro de tela 10 comprende un alojamiento 26. El gas efluente entra en el alojamiento 26 por un extremo inferior abierto 28 del mismo. Una placa horizontal 30 está dispuesta en un extremo superior del alojamiento 26. Extendiéndose desde la placa 30 hay una serie de dispositivos de filtrado de tela en forma de bolsas de tela 32, extendiéndose cada una de tales bolsas de tela 32 a través de una abertura correspondiente que hay en la placa 30. Típicamente, un filtro de tela 10 puede comprender entre 2 y 40.000 de estas bolsas de tela 32. En funcionamiento, el gas efluente, cargado con partículas de polvo que incluyen alúmina, entra en el extremo inferior abierto 28 del alojamiento 26. El gas efluente pasa a través de la tela de las bolsas 32 al interior de las bolsas 32, mientras que las partículas de polvo son recogidas fuera de las bolsas 32. A continuación, el gas efluente, del que se ha separado al menos una parte de las partículas de polvo, circula por el interior de las bolsas 32, hacia arriba a través de la placa 30, y entra en un colector de gas depurado 34 del filtro de tela 10. Ocasionalmente, las partículas de polvo recogidas se eliminan de las bolsas 32, por ejemplo impulsando las bolsas 32 con aire a presión, de acuerdo con los principios descritos en el documento US 4336035, o agitando las bolsas 32. Las partículas de polvo eliminadas de este modo de las bolsas 32 se devuelven en parte a los reactores de contacto 4, 6, y se eliminan en parte de la unidad de depuración de gas 1 a través de una salida 36. Las partículas eliminadas normalmente son transportadas directamente a las células electrolíticas de producción de aluminio 20 ilustradas en la figura 2.

45 Continuando con la descripción de la figura 1, el colector de gas depurado 34, que está dispuesto en la parte superior del filtro de tela 10, por encima de la placa 30 y las bolsas 32, está provisto, en una pared lateral vertical 38 del mismo, de un conducto de salida horizontal 40. El conducto de salida 40 está conectado en relación de circulación de fluido a un ventilador 42, que en el ejemplo de la figura 1 es un ventilador radial 42. El ventilador radial 42 está provisto de una hélice 44 dispuesta dentro de un alojamiento 45 del ventilador 42 y es girada por un árbol horizontal 46 accionado por un motor 48. El gas efluente, que circula horizontalmente a través del conducto de salida 40, entra en el ventilador radial 42 en la dirección axial de la hélice 44 y es impulsado en una dirección vertical, radialmente con respecto a la hélice 44. El gas efluente es enviado hacia arriba por el ventilador 42 y sale del ventilador 42 sustancialmente de forma vertical por la salida de ventilador 50.

55 La figura 2 ilustra, esquemáticamente, dos ubicaciones alternativas de un ventilador. De acuerdo con una primera realización alternativa, un ventilador 142 puede estar dispuesto en el conducto de entrada de gas 2. De acuerdo con una segunda realización alternativa, un ventilador 242 puede estar dispuesto justo después del depurador húmedo

12. Los ventiladores 142, 242 podrían ser utilizados como alternativa al ventilador 42 o en combinación con el mismo, para generar un flujo de gas efluente a través de la unidad de depuración de gas 1.

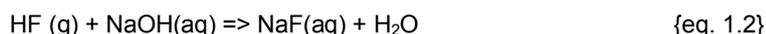
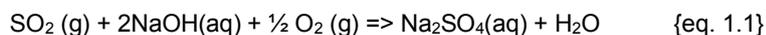
5 El depurador húmedo 12 comprende un alojamiento 52. El alojamiento 52 comprende una parte inferior horizontal 54, un techo horizontal 56, y una pared lateral generalmente cilíndrica 58 que se extiende entre la parte inferior 54 y el techo 56. El alojamiento 52 del depurador húmedo 12 está completamente situado en el interior del alojamiento superior 14 de la unidad de depuración de gas 1. Esto significa que el alojamiento 52 del depurador húmedo 12 está protegido contra cargas de viento, radiación UV, precipitaciones, tormentas de arena, etc, lo que reduce sustancialmente los requisitos de material y de carga en el alojamiento 52 del depurador húmedo 12.

10 El alojamiento 52 del depurador húmedo 12 está dispuesto en un punto situado por encima del filtro de tela 10 o verticalmente más alto que el mismo y justo a su lado, como se ilustra mejor en la figura 1. Tras el cambio de bolsas de filtro 32 desgastadas o dañadas, las bolsas de filtro 32 pueden ser retiradas moviendo las mismas verticalmente hacia arriba a través de compuertas 35 dispuestas en el techo 37 del colector de gas depurado 34. Una bolsa de filtro 32b, ilustrada con líneas de puntos, indica la posición de la bolsa de filtro 32b durante la retirada/cambio de la misma. Al disponer el alojamiento 52 del depurador húmedo 12 al lado del colector de gas depurado 34 del filtro de tela 10, el alojamiento 52 no obstruye el cambio de bolsas de filtro 32. Como puede verse en las figuras 1 y 2, el alojamiento 52 del depurador húmedo 12 está dispuesto justo por encima del silo de alúmina 8.

20 La parte inferior 54 del depurador húmedo 12 está provista de una abertura de entrada 60 que está conectada en relación de circulación de fluido a la salida de ventilador 50. La abertura de entrada 60 está conectada en relación de circulación de fluido a un distribuidor de gas 62, que distribuye el gas que llega procedente del ventilador 42 dentro del alojamiento 52 del depurador húmedo 12. Una rejilla de distribución de gas horizontal opcional 64 puede estar dispuesta por encima del distribuidor de gas 62 dentro del alojamiento 52 para soportar la formación de un perfil de distribución de gas uniforme del gas efluente dentro del alojamiento 52. Opcionalmente, un relleno de contacto de gas-líquido 66 puede estar dispuesto dentro del alojamiento 52, por encima del distribuidor de gas 62 y de la rejilla de distribución de gas 64, para mejorar el contacto entre el gas efluente y un líquido de absorción alimentado a través de boquillas 68 dispuestas en el interior del alojamiento 52, por encima del distribuidor 62, la rejilla 64, y el relleno 66. Ejemplos de tal relleno de contacto de gas-líquido 66 incluyen Mellapak® disponible en Sulzer Chemtech AG, Winterthur, Suiza, y anillos Pall® disponibles en Raschig GmbH, Ludwigshafen, Alemania. De acuerdo con una realización, el relleno de contacto de gas-líquido 66 puede ser un relleno de madera hecho a partir de una rejilla de varillas de madera. Un relleno de madera permite funcionar al depurador húmedo 12 sin alimentación de líquido de absorción durante períodos de tiempo más cortos, sin causar daños al material de relleno.

35 El líquido de absorción comprendería típicamente agua junto con una sustancia alcali. La sustancia alcali puede ser, por ejemplo hidróxido de sodio, NaOH, carbonato de sodio, Na₂CO₃, hidróxido de calcio, CaOH, carbonato cálcico, CaCO₃, o cualquier otra sustancia que sea adecuada para neutralizar los contaminantes ácidos del gas efluente, incluidos, por ejemplo, dióxido de azufre, SO₂ y fluoruro de hidrógeno, HF, que han de ser eliminados del gas efluente mediante el depurador húmedo 12. De acuerdo con otra realización, el líquido de absorción que comprende agua junto con una sustancia alcali podría ser suministrado, al menos en parte, al depurador húmedo 12 en forma de agua de mar, por ejemplo en forma de agua de mar de un océano cercano. Cuando el depurador funciona con agua de mar, el agua de mar pasaría a través del depurador húmedo 12 para absorber y neutralizar el dióxido de azufre y el fluoruro de hidrógeno procedentes del gas efluente, después de lo cual el agua de mar sería devuelta al océano.

40 Por ejemplo, la absorción y la neutralización de dióxido de azufre y de fluoruro de hidrógeno procedentes del gas efluente usando hidróxido de sodio, NaOH, podrían producirse de acuerdo con las siguientes reacciones:



45 Una bomba 70 está dispuesta en el suelo 72 para bombear líquido de absorción a través de una tubería de alimentación 74 conectada en relación de circulación de fluido a las boquillas 68 conectadas en relación de circulación de fluido. Las boquillas 68 atomizan el líquido de absorción y lo ponen en contacto, opcionalmente con la ayuda del relleno de contacto de gas-líquido 66, con el gas efluente que circula verticalmente hacia arriba dentro del alojamiento 52 del depurador húmedo 12. El líquido de absorción usado se recoge en la parte inferior 54 del alojamiento 52 y circula, a través de una tubería 76 conectada en relación de circulación de fluido, a un tanque de circulación 78. El tanque de circulación 78 está conectado en relación de circulación de fluido a la bomba 70 que devuelve el líquido de absorción a las boquillas 68. Un tubo de rebose 80 está conectado al tanque 78 para retirar el exceso de líquido de absorción.

Un dispositivo de medición de pH 82 está conectado a la tubería 74 para medir el pH del líquido de absorción. El dispositivo de medición de pH 82 controla una bomba 84 que bombea una solución alcali, tal como una solución NaOH, de un tanque de almacenamiento 86 a la tubería 74 a través de la tubería de alimentación 88 conectada en relación de circulación de fluido. El dispositivo de medición de pH 82 controla la bomba 84 para mantener el valor del pH en el líquido de absorción suministrado a las boquillas 68 a través de la tubería 74 conectada en relación de circulación de fluido en un valor predeterminado, por ejemplo en un pH de 6.5.

De acuerdo con una realización alternativa, una bomba 71 está dispuesta para bombear agua de mar, que tiene un pH de, por ejemplo, alrededor de entre 7.5 y 8.5, procedente de un océano cercano 73 a la tubería de alimentación 74 a través de la tubería 75 conectada en relación de circulación de fluido. El agua de mar se utiliza como líquido de absorción en el depurador húmedo 12 para absorber y neutralizar dióxido de azufre y fluoruro de hidrógeno de acuerdo con reacciones que son similares a las descritas anteriormente en esta descripción con respecto a NaOH. Después de tal absorción y neutralización, el agua de mar se devuelve al océano 73 a través de la tubería 76 y de la tubería 77 conectada en relación de circulación de fluido. Opcionalmente, un poco de agua nueva o un poco de agua de mar recirculada, puede circular por el depurador húmedo 12, junto con el suministro de agua de mar nueva procedente del mar 73.

Un eliminador de gotas 90 está dispuesto verticalmente por encima de las boquillas 68. El eliminador de gotas 90 elimina cualquier gota contenida en el gas efluente antes de permitir que el gas efluente entre en la chimenea 16. El gas efluente depurado, ilustrado mediante una flecha AC, sale por la chimenea 16 y es descargado a la atmósfera.

La unidad de depuración de gas 1 es soportada por soportes 92 que forman juntos una estructura de soporte común 94. Los reactores de contacto 4, 6, el filtro de tela 10 y el depurador húmedo 12, excepto un equipo auxiliar tal como la bomba 70 y el tanque 78, forman juntos una unidad compacta común 96 que es soportada por la estructura de soporte común 94 que es común a los reactores de contacto 4, 6, el filtro de tela 10 y el depurador húmedo 12. En la realización de las figuras 1 y 2, el silo de alúmina 8, el alojamiento superior 14, y la chimenea 16 también forman parte de la unidad compacta 96, y están soportados por la estructura de soporte común 94. Como es evidente por las figuras 1 y 2, toda la unidad de depuración de gas 1 ocupa un espacio muy pequeño, con el depurador húmedo 12 dispuesto en un nivel vertical situado más alto que el del filtro de tela 10, y por encima del silo de alúmina 8. Además, el conducto de salida 40 que envía el gas efluente desde el filtro de tela 10 al depurador húmedo 12 es muy corto, típicamente de sólo entre 0,1 y 2 m. Aún además, la chimenea 16 es también muy corta, ya que está dispuesta directamente en la parte superior del alojamiento 52 del depurador húmedo 12, que ya se encuentra a una altura considerable sobre el suelo 72.

Un método de depuración de gas efluente en la unidad de depuración de gas 1 consiste en introducir el gas efluente a través del conducto de entrada de gas 2. El gas efluente se pone en contacto con partículas de alúmina reciclada en el primer reactor de contacto 4 provocando la adsorción de fluoruro de hidrógeno y de dióxido de azufre en las partículas de alúmina. Otra adsorción se produce en el segundo reactor de contacto 6. El gas efluente se filtra a continuación por el filtro de tela 10. Este filtrado produce una eliminación de partículas de polvo arrastradas y de alúmina cargada con fluoruro de hidrógeno y dióxido de azufre. El gas efluente filtrado es enviado después desde el colector de gas depurado 34 del filtro de tela 10 y se introduce casi inmediatamente en el depurador húmedo 12 a través de su abertura de entrada 60. Dentro del alojamiento 52 del depurador húmedo 12, el gas efluente se pone en contacto con un líquido de absorción que produce una eliminación adicional de dióxido de azufre y fluoruro de hidrógeno. El gas efluente depurado se descarga a la atmósfera a través de una chimenea 16 dispuesta inmediatamente en la parte superior del alojamiento 52 del depurador húmedo 12.

Se apreciará que se pueden realizar numerosas variantes de las realizaciones descritas anteriormente dentro del ámbito de aplicación de las reivindicaciones adjuntas.

En lo que antecede, se ha descrito que el gas efluente entra en el alojamiento 52 del depurador húmedo 12 a través de una abertura de entrada 60 que está en la parte inferior 54 del depurador húmedo 12. Se apreciará que una abertura de entrada también puede estar dispuesta en otras posiciones en el alojamiento 52 del depurador húmedo 12. Por ejemplo, una abertura de entrada puede estar dispuesta en una parte inferior de la pared lateral cilíndrica 58 del depurador húmedo 12. Aún además, una abertura de entrada puede estar dispuesta en esa posición en el alojamiento 52 del depurador húmedo 12 donde la parte inferior 54 está unida a la pared lateral 58.

En lo que antecede, se ha descrito que el depurador húmedo 12 está provisto de un relleno 66. Se apreciará que el depurador húmedo 12 también se puede diseñar sin ningún relleno, en cuyo caso la mezcla de líquido de absorción y gas efluente depende de la atomización del líquido de absorción mediante boquillas 68. Un ejemplo de una boquilla útil 68 es la boquilla whirlJet® disponible en Spraying Systems Co., Wheaton, Illinois, EE.UU. Se apreciará que las boquillas 68 pueden estar dispuestas en varios niveles verticales diferentes en el interior del alojamiento 52 del depurador húmedo 12. Además, las boquillas 68 pueden estar dispuestas para rociar el líquido contracorriente,

como se ilustra en la figura 1, equicorriente, o ambos contracorriente y equicorriente, en correspondencia con el flujo de gas efluente.

5 En lo que antecede, se ha descrito que la unidad de depuración de gas 1 comprende un primer reactor de contacto 4 y un segundo reactor de contacto 6 en los que el gas efluente se pone en contacto con alúmina. Se apreciará que una unidad de depuración de gas podría también, de acuerdo con una realización alternativa, estar provista de un único reactor de contacto, en el que el gas efluente se pone en contacto con alúmina recirculada y nueva. De acuerdo con otra realización alternativa, una unidad de depuración de gas podría estar provista de tres o más reactores de contacto dispuestos en serie.

10 En lo que antecede, se ha descrito que el ventilador 42 es un ventilador radial. Se apreciará que otros tipos de ventiladores, por ejemplo ventiladores axiales, podrían también ser utilizados para enviar el gas efluente a través de la unidad de depuración de gas 1.

15 En lo que antecede, se ha descrito que la bomba 70, el tanque 78 y el equipo de ajuste de pH 82, 84, 86, 88 están todos dispuestos en el suelo 72. Se apreciará que también sería posible disponer algunos de estos dispositivos o todos en otra ubicación. De acuerdo con una realización, al menos uno de la bomba 70, el tanque 78, las tuberías asociadas 76, 74 y el equipo de ajuste de pH 82, 84, 86, 88 está dispuesto dentro del alojamiento superior 14 de la unidad de depuración de gas 1. De acuerdo con otra realización, la bomba 70, el tanque 78, las tuberías asociadas 76, 74, y el equipo de ajuste de pH 82, 84, 86, 88 están todos dispuestos en el interior del alojamiento superior 14.

20 En lo que antecede, se ha descrito que el silo de alúmina 8 está integrado en la unidad de depuración de gas 1. Se apreciará que también es posible diseñar una unidad de depuración de gas que no tenga silo de alúmina 8 integrado. En tal caso, se puede suministrar alúmina nueva desde un depósito de alúmina central apartado, conectado en relación de circulación de fluido a la tubería de alimentación 24.

25 En lo que antecede, se ha descrito que la unidad de depuración de gas 1 comprende un filtro de tela 10 y un depurador húmedo 12. Se apreciará que una unidad de depuración de gas podría estar provista de varios filtros de tela paralelos, por ejemplo entre 2 y 100 filtros de tela paralelos y varios depuradores húmedos paralelos, por ejemplo entre 2 y 100 depuradores húmedos paralelos. No es necesario que el número de depuradores húmedos se corresponda con el número de filtros de tela. Así, por ejemplo, dos filtros de tela paralelos podrían estar conectados en relación de circulación de fluido a un depurador húmedo común.

30 En resumen, una unidad de depuración de gas 1 para depurar gas efluente procedente de al menos una célula electrolítica de producción de aluminio comprende un reactor de contacto 4, 6 en el que el gas efluente se pone en contacto con alúmina, y un dispositivo de eliminación de polvos 10 para eliminar al menos una parte de la alúmina. La unidad de depuración de gas 1 comprende además un depurador húmedo 12 en el que el gas efluente se pone en contacto con un líquido de absorción que contiene agua para seguir eliminando contaminantes del gas efluente. El depurador húmedo 12 se coloca en un punto situado verticalmente más alto que el del dispositivo de eliminación de polvos 10.

35 Además, el uso de los términos, primero, segundo, etc., no indica ningún orden o importancia, sino que los términos, primero, segundo, etc., se utilizan para diferenciar un elemento de otro.

REIVINDICACIONES

1. Unidad de depuración de gas para depurar un gas efluente de al menos una célula electrolítica de producción de aluminio (20) que comprende al menos un reactor de contacto (4, 6) en el que el gas efluente se pone en contacto con alúmina, y un dispositivo de eliminación de polvos (10) en el que al menos una parte de la alúmina que ha absorbido contaminantes del gas efluente en el reactor de contacto (4, 6) se separa del gas efluente,
- 5 caracterizada la unidad de depuración de gas por que comprende además un depurador húmedo (12) en el que el gas efluente que proviene del dispositivo de eliminación de polvos (10) se pone en contacto con un líquido de absorción que contiene agua para seguir eliminando contaminantes del gas efluente, estando el depurador húmedo (12) dispuesto en un punto situado verticalmente más alto que el del dispositivo de eliminación de polvos (10).
- 10 2. Unidad de depuración de gas de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el depurador húmedo (12) está dispuesto en un punto situado verticalmente más alto que el del dispositivo de eliminación de polvos (10) y al lado de este último.
3. Unidad de depuración de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que un silo de alúmina (8) está dispuesto al lado del dispositivo de eliminación de polvos (10), estando el depurador húmedo (12) dispuesto por encima del silo de alúmina (8) y al menos ocultando parcialmente de la vista el silo de alúmina (8) cuando se mira desde la parte superior del depurador húmedo (12).
- 15 4. Unidad de depuración de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el dispositivo de eliminación de polvos (10) comprende un colector de gas depurado (34) dispuesto en la parte superior del mismo, estando el depurador húmedo (12) conectado en relación de circulación de fluido al colector de gas depurado (34) a través de un conducto de salida (40) dispuesto en una pared lateral (38) del colector de gas depurado (34).
- 20 5. Unidad de depuración de gas de acuerdo con la reivindicación 4, en la que un ventilador (42) está conectado al conducto de salida (40) para crear un flujo de gas efluente desde el colector de gas depurado (34) hasta el depurador húmedo (12).
- 25 6. Unidad de depuración de gas de acuerdo con la reivindicación 5, en la que el ventilador es un ventilador radial (42) que comprende una hélice (44) que gira sobre un árbol horizontal (46), recibiendo el ventilador (42) gas efluente que circula en una dirección horizontal procedente del colector de gas depurado (34) y transportando el gas efluente hacia arriba en el depurador húmedo (12).
- 30 7. Unidad de depuración de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el dispositivo de eliminación de polvos (10) y el depurador húmedo (12) forman juntos una unidad compacta común (96) soportada en una estructura de soporte común (94).
8. Unidad de depuración de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que un alojamiento superior (14) de la unidad de depuración de gas aloja al menos una parte de un colector de gas depurado (34) del dispositivo de eliminación de polvos (10), y al menos una parte del depurador húmedo (12).
- 35 9. Unidad de depuración de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que una abertura (60) de entrada en el depurador húmedo, para recibir gas efluente procedente del dispositivo de eliminación de polvos (10) está dispuesta en la parte inferior (54) del depurador húmedo (12) .
- 40 10. Unidad de depuración de gas de acuerdo con la reivindicación 9, en la que un distribuidor de gas (62) está dispuesto en la parte inferior (54) del depurador húmedo (12) para distribuir gas efluente, que entra en el depurador húmedo (12) desde abajo, al interior de un alojamiento (52) del depurador húmedo (12).
11. Unidad de depuración de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que una chimenea (16) de descarga de gas efluente depurado está dispuesta en la parte superior del depurador húmedo (12).
- 45 12. Método de depuración de un gas efluente de al menos una célula electrolítica de producción de aluminio (20) que comprende:
- poner en contacto gas efluente con alúmina que adsorbe al menos una parte del contenido de contaminantes del gas efluente;
- separar al menos una parte de los contaminantes adsorbidos procedentes del gas efluente usando un dispositivo de eliminación de polvos (10); y

poner en contacto el gas efluente con un líquido de absorción que comprende agua en un depurador húmedo (12) dispuesto en un punto situado verticalmente más alto que el de dicho dispositivo de eliminación de polvos (10) para seguir eliminando contaminantes del gas efluente.

5 13. Método de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además: hacer circular gas efluente, del que al menos se ha separado una parte de los contaminantes adsorbidos mediante el dispositivo de eliminación de polvos (10), en un colector de gas depurado (34) dispuesto en la parte superior del dispositivo de eliminación de polvos (10), y seguir haciendo circular el gas efluente horizontalmente fuera del colector de gas depurado (34) antes de ser desviado para circular verticalmente hacia arriba para entrar en el depurador húmedo (12).

10 14. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 y 13, en el que el flujo del gas efluente en depurador húmedo (12) comprende: hacer circular gas efluente verticalmente hacia arriba en un alojamiento (52) del depurador húmedo (12) a través de una parte inferior (54) del alojamiento (52) del depurador húmedo.

15 15. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que el gas efluente circula verticalmente hacia arriba en al menos uno de los pasos que consisten en: poner en contacto el gas efluente con alúmina, separar la alúmina del gas efluente, y poner en contacto el gas efluente con un líquido de absorción en el depurador húmedo (12).

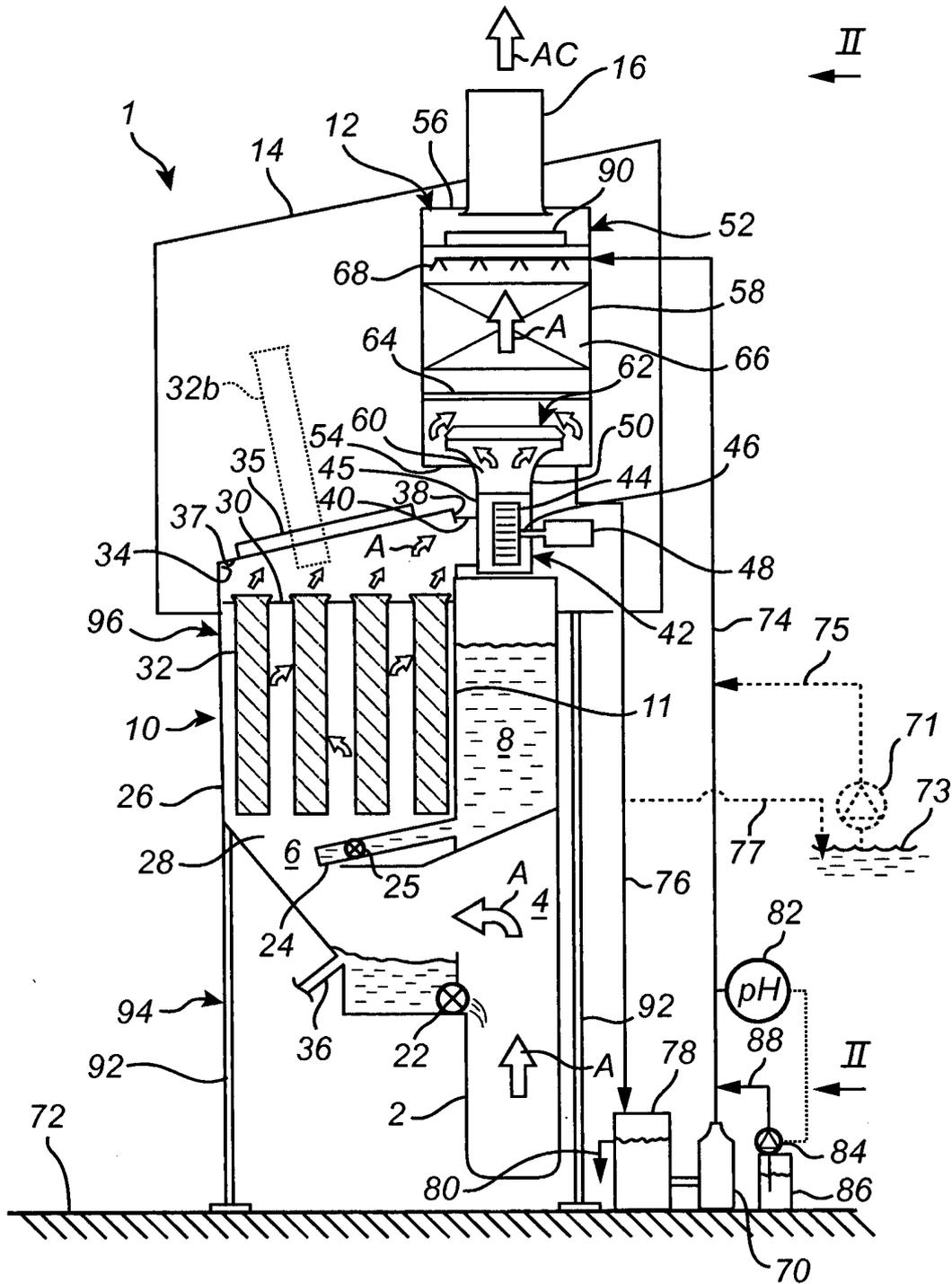
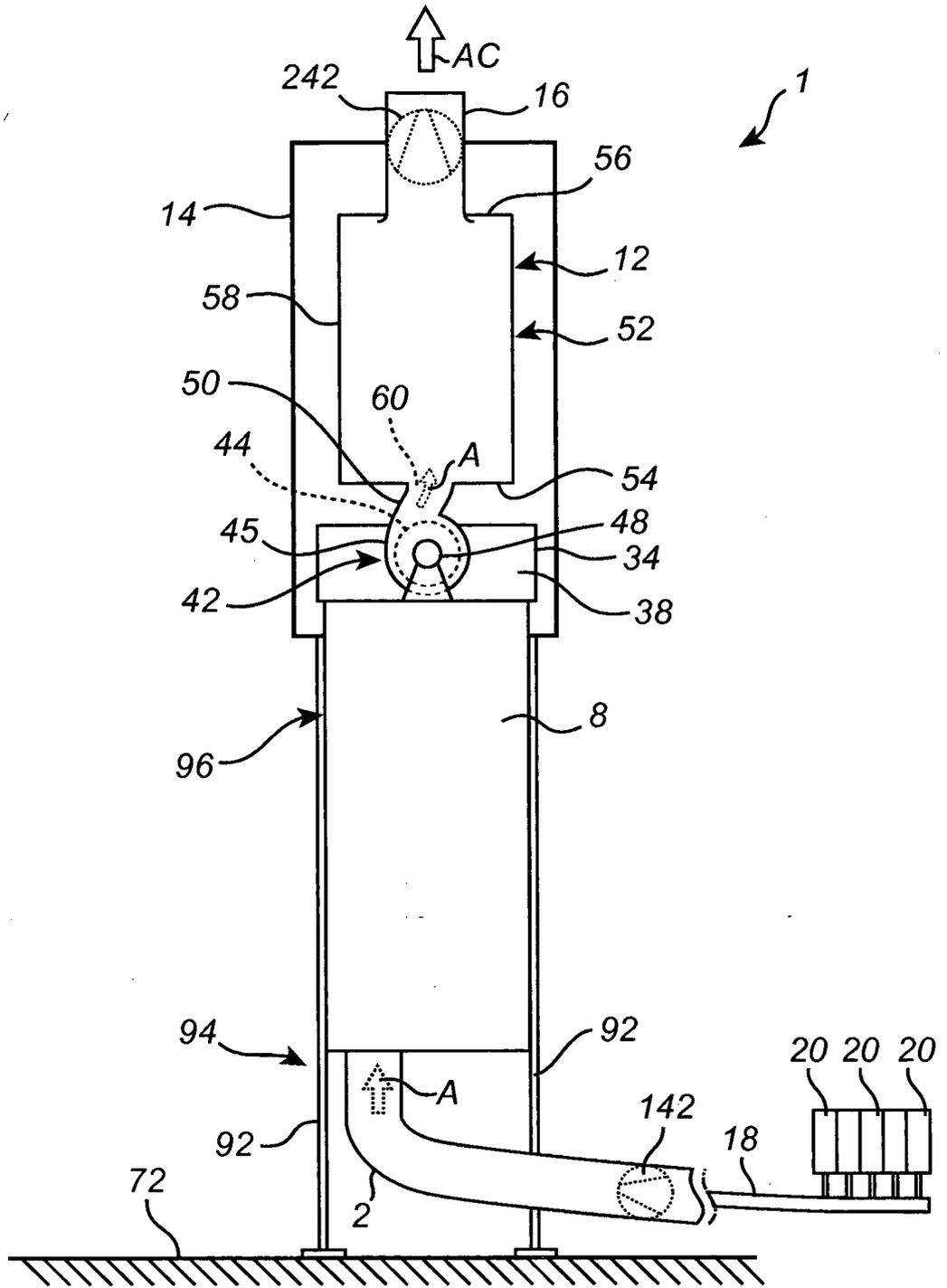


Fig. 1



II-II

Fig. 2