

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 321**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/56** (2006.01)

**B01D 53/79** (2006.01)

**F23J 15/00** (2006.01)

**B01F 3/02** (2006.01)

**B01F 5/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2012 E 12153899 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 2623181**

54 Título: **Disposición para inyectar un agente reductor en un gas de combustión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.09.2016**

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH  
(100.0%)  
Brown Boveri Strasse 7  
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**TABIKH, ALI MUSTAPHA y  
RAFIDI, NABIL ELIAS**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 582 321 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

Disposición para inyectar un agente reductor en un gas de combustión

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una disposición para suministrar un agente reductor en forma gaseosa en un gas de combustión que fluye a través de un conducto y, a continuación, que fluye en un reactor de reducción catalítica selectiva (SCR) dispuesto aguas abajo de dicha disposición.

Antecedentes de la Invención

10 En la combustión de un combustible, tal como carbón, petróleo, gas natural, turba, residuos, etc., en una planta de combustión tal como una planta de energía o una planta de incineración de residuos, se genera un gas de proceso. Para la separación de óxidos de nitrógeno, generalmente designados NOx, de un gas de proceso, al que a menudo se alude como un gas de combustión, se utiliza con frecuencia un método, en el que un agente reductor, habitualmente amoníaco o urea, se mezcla con el gas de combustión. El gas de combustión, mezclado con dicho amoníaco o urea se hace pasar entonces a través de un catalizador para fomentar la reacción selectiva del agente reductor con el NOx para formar gas nitrógeno y vapor de agua. Habitualmente, el catalizador se instala en lo que comúnmente se denomina un reactor de Reducción Catalítica Selectiva (reactor de SCR). La mezcladura del agente reductor y el gas de combustión se realizan en un conducto del sistema en una posición aguas arriba del reactor SCR.

20 El agente reductor se suministra al conducto del sistema por una pluralidad de boquillas dispuestas dentro del conducto. Para facilitar una distribución uniforme de la concentración de NOx y agente reductor a lo largo de la sección transversal del conducto y, por lo tanto, también a lo largo de la sección transversal del reactor de SCR, es conocido utilizar placas de mezcladura en el conducto para provocar un flujo turbulento de gas de combustión.

25 Sin embargo, en muchos sistemas, la concentración de NOx y agente reductor no se distribuye de manera uniforme en el gas de combustión a lo largo de una sección transversal dada del reactor de SCR. Esto plantea un problema, ya que una relación estequiométrica entre el NOx y el agente reductor es esencial para lograr una buena reducción del contenido en NOx del gas de combustión y un bajo deslizamiento del agente reductor del reactor de SCR.

30 El documento DE 3723618 C1 describe un dispositivo para mezclar juntos dos fluidos gaseosos en un conducto de gas. Uno de los fluidos es suministrado por un cierto número de boquillas dispuestas en una fila a lo largo de una placa de mezcladura. Las boquillas están dispuestas en un ángulo con respecto a la placa de mezcladura y la dirección principal del flujo a través del conducto, con lo que el gas suministrado en el flujo turbulento se inyecta aguas abajo de la placa de mezcladura.

El documento EP 1 716 918 describe un dispositivo mezclador que comprende una placa de turbulencia (15 en la Fig. 1). Una boquilla 12 (véase la figura 1) está dispuesta perpendicular a la dirección de flujo del fluido 1 y desemboca en un espacio anular. De este espacio el gas es aspirado a la corriente de una corriente de fluido gaseoso adicional.

35 El documento WO 2012/023025 describe un sistema de limpieza de gas. El sistema de limpieza de gas comprende una rejilla (10) de inyección de amoníaco y, aguas debajo de la misma, un rectificador (30) del flujo de gas para desviar y rectificar el flujo de gas.

40 El documento US 2002/150526 describe múltiples boquillas (32 en la Fig. 3) y múltiples placas deflectoras (34a, 34b, 34c en la Fig. 3) situadas aguas debajo de las boquillas. Las placas deflectoras (34a, 34b, 34c en la Fig. 3) no están dispuestas en el conducto, sino en una envoltura 31.

El documento WO 2011/062960 describe un sistema (10 en la Fig. 1) para tratar una corriente de gas de escape de un motor de combustión. Un mezclador (16 en la Fig. 1) está dispuesto aguas debajo de un inyector de aditivos (14 en la Fig. 1). El sistema (10) puede comprender uno o más inyectores de aditivos, véase [0043]. El mezclador (16) comprende ocho álabes (20 en la Fig. 2).

El documento US 2003/003209 describe mezclar amoníaco y gas de combustión aguas arriba de un sistema de SCR. Lengüetas (50) del mezclador estáticas están dispuestas aguas debajo de un sistema de suministro de amoníaco (30) que tiene tuberías rociadoras (35).

5 El documento WO 98/19773 describe un método para reducir NOx de un gas de escape. Se sugiere una mezcla para establecer una composición de gas de escape sustancialmente uniforme, utilizando boquillas de pulverización para inyectar el reaccionante líquido.

El documento EP 0 526 393 describe elementos mezcladores (30 en la Fig. 1a). Piezas de suministro (21 en la Fig. 8a) están dispuestas de modo que el amoníaco es suministrado aguas debajo de las placas mezcladoras (30).

10 El documento WO 2005/021144 describe un sistema mezclador (1) que comprende un cierto número de placas mezcladoras (2) y boquillas de inyección (10, 11) dispuestas aguas arriba de las placas mezcladoras (2).

#### Sumario de la invención

15 Un objeto de la presente invención es proporcionar una disposición robusta que permita una reducción en el número de boquillas que suministran un agente reductor en un conducto de gas que tiene un flujo a través del gas de combustión, y que permite una distribución uniforme de dicho agente reductor en el conducto de gas de combustión aguas arriba de un reactor de SCR.

20 Este objeto se consigue por medio de una disposición para el suministro de un agente reductor en forma gaseosa en un gas de combustión que fluye a través de un conducto de gas que comunica con un catalizador en un reactor de reducción catalítica selectiva (SCR) dispuesto aguas abajo de dicha disposición. Una disposición de este tipo comprende una pluralidad de boquillas dispuestas en el conducto de gas a lo largo de una sección transversal del conducto de gas perpendicular a la dirección del flujo de gas a través de dicho conducto de gas, estando las boquillas adaptadas para suministrar dicho agente reductor, una pluralidad de placas mezcladoras dispuestas en el conducto de gas aguas abajo de dichas boquillas, estando cada una de las placas de mezcla adaptadas para cooperar con al menos una boquilla dedicada, en donde cada una de las boquillas está dispuesta dentro de una zona proyectada de su placa de mezcla dedicada, la zona proyectada es el área de una superficie de la placa de mezcla dedicada tal como se proyecta en un plano perpendicular a la dirección de flujo de gas del conducto de gas.

30 Mediante esta disposición, se consigue una entremezcladura relativamente eficiente e incluso uniforme del agente reductor suministrado y el gas de combustión que contiene NOx a través del gas de combustión a lo largo de una sección transversal dada del conducto de gas aguas abajo de la disposición. Además, se consigue una disposición robusta con respecto a las condiciones variables de funcionamiento, ya que el agente reductor se suministra en forma gaseosa aguas arriba de su placa de mezcla dedicada y dentro de la zona proyectada. El suministro de esta manera de agente reductor en forma gaseosa también tiene la ventaja de que la estructura de las boquillas se puede mantener muy simple, permitiendo de ese modo una disposición relativamente rentable. Además, el suministro de agente reductor en forma gaseosa permite que el agente reductor sea liberado en la corriente de paso del gas de combustión de una manera muy suave, minimizando con ello las caídas de presión en el conducto de gas.

35 Cada una de las placas de mezcla genera vórtices emergentes desde un borde delantero de las mismas. Los vórtices giran en direcciones opuestas y sus diámetros aumentan gradualmente después de salir de la placa de mezcla. Los vórtices formados de esta manera a lo largo del borde de ataque de la placa mezcladora giran en direcciones opuestas hacia el eje central longitudinal de la placa de mezcla, aumentando un diámetro gradualmente a medida que la distancia de los vórtices de la placa de mezcla aumenta aguas abajo del mismo.

40 Mediante esta disposición, agente reductor es suministrado hacia la superficie extendida principal de cada una de las placas de mezcla. Mediante el suministro de agente reductor de este modo, el agente reductor se entremezcla principalmente en y a lo largo del gas de combustión por medio de la turbulencia provocada por los vórtices generados en las partes de borde laterales opuestas de cada una de las placas de mezcla. Una vez transferido a la superficie extendida principal posterior de la placa de mezcla, el agente reductor contacta con el flujo ya turbulento de sólo el gas de combustión formado en el borde de ataque, y se entremezcla con el mismo.

El flujo turbulento generado por cada una de las placas de mezcladura dentro de la disposición ha demostrado resultar en un entremezclado y una distribución muy eficientes del agente reductor y NOx en el gas de combustión sobre a lo largo de la sección transversal del conducto de gas. Dado que la disposición está adaptada a ser posicionada aguas arriba de un reactor de SCR, el entremezclado continúa hasta que el gas de combustión llegue al reactor de SCR y los catalizadores dispuestos en su interior. La concentración de NOx en el gas de combustión, por la disposición de la invención, ha demostrado tener una distribución sorprendentemente uniforme a lo largo del área en sección transversal del reactor de SCR.

Se han realizado ensayos que indican el efecto sorprendentemente beneficioso de la disposición objeto. Más de un centenar de boquillas que suministran un agente reductor en un sistema sin placas de mezcladura están reemplazadas de manera efectiva con una disposición de acuerdo con la disposición objeto que comprende sólo unas pocas boquillas, teniendo cada una de ellas una placa de mezcladura dedicada.

De acuerdo con la invención, la pluralidad de boquillas está dispuesta en un patrón que comprende al menos dos filas dispuestas simétricamente a lo largo de una sección transversal del conducto de gas, comprendiendo cada una de las filas al menos una boquilla, y en donde las partes de borde rectas de las placas de mezcladura están dispuestas en paralelo con dichas filas. Los planos de superficie de la pluralidad de placas de mezcladura están, por lo tanto, alineadas con las boquillas.

De acuerdo con una realización, todas las placas de mezcla en cada fila forman esencialmente el mismo ángulo con respecto a sus boquillas dedicadas. Una disposición de este tipo permite una instalación de montaje relativamente fácil de las placas de mezcladura en el conducto de gas. De acuerdo con una realización, las placas de mezcladura en una primera fila dispuesta junto a una primera pared del conducto de gas están dirigidas con sus bordes rectos más cerca de dicha pared, y en donde las placas de mezcladura en una segunda fila, adyacente a la primera fila, están dirigidas con sus bordes rectos más próximos a una segunda pared del conducto de gas, siendo la segunda pared opuesta a la primera pared.

Utilizando un patrón simétrico de este tipo a lo largo de una sección transversal del conducto de gas, se ha observado una distribución uniforme del agente reductor y NOx través de la sección transversal completa del conducto de gas.

De acuerdo con una realización, la disposición comprende un número par de filas, en donde las placas de mezcladura están dispuestas a lo largo de las filas en un patrón repetitivo, en donde las placas de mezcladura en una primera fila están dispuestas en estrecha proximidad a una primera pared del conducto de gas con bordes rectos más próximos a dicha pared, estando situados los bordes rectos de las placas de mezcladura en una segunda fila, adyacentes a la primera fila, más próximos a los bordes rectos de las placas de mezcladura en tercera fila subsiguiente, y estando situados los bordes rectos de las placas de mezcladura en una cuarta fila, adyacente a la tercera fila, en estrecha proximidad a una segunda pared del conducto de gas, siendo la segunda pared opuesta a la primera pared.

Una disposición simétrica de este tipo a lo largo de una sección transversal del conducto de gas crea una distribución relativamente uniforme de agente reductor y NOx a través de la sección transversal. Ha de entenderse que el número de boquillas y placas de mezcladura requeridas depende del tamaño de la sección transversal del conducto de gas. Se han hecho ensayos que indican que las disposiciones de acuerdo con la presente invención, equipadas con unas pocas boquillas dispuestas en cuatro filas, teniendo cada una de las boquilla una placa de mezcladura dedicada, son tan eficaces como más de 100 boquillas utilizadas sin placas de mezcladura.

De acuerdo con una realización, cada una de las boquillas está dispuesta en una posición situada a una distancia de un punto focal de una placa de mezcladura dedicada, la distancia, tomada perpendicular a la dirección de flujo de gas del conducto de gas, es un factor de 0,2 a 0,7 veces una longitud proyectada de su placa de mezcladura dedicada, la longitud proyectada es la longitud de la placa de mezcladura que comienza en un punto focal y que termina en un extremo trasero de la placa de mezcladura dedicada tal como se proyecta perpendicular a la dirección de flujo de gas del conducto de gas.

Mediante esta disposición, el agente reductor es suministrado hacia una zona central de la superficie extendida principal de cada una de las placas mezcladoras. La posición de colocación dentro del conducto y el tamaño de la zona media dependen, de hecho, de la geometría de la placa mezcladora y del ángulo de la placa mezcladora con respecto a la colocación de la boquilla dentro del conducto. Debe entenderse que el flujo de agente reductor no debe

estar dirigido al centro matemático, sino más bien a lo largo de una zona que cubre este centro representado por dicha zona media.

5 Por consiguiente, el agente reductor suministrado es aspirado con ello en los dos vórtices generados a lo largo de los bordes laterales opuestos de las placas de mezcladura. El agente reductor es transferido hacia la superficie principal trasera de la placa de mezcladura para la entremezcladura eficiente con gas de combustión que ya fluye de forma turbulenta como resultado de los vórtices generados por la placa de mezcladura. Esto potencia y mejora adicionalmente la entremezcladura de agente reductor y NOx dentro y a lo largo del gas de combustión.

De acuerdo con la invención, cada una de las placas de mezcladura tiene una forma que representa una geometría generalmente parabólica.

10 De acuerdo con una realización, el punto focal de la geometría parabólica de cada una de las placas mezcladoras está dispuesto esencialmente en el mismo plano que su boquilla dedicada.

15 De acuerdo con una realización, cada una de las placas de mezcladura está dispuesta con su superficie principal extendida formando un ángulo de 25-55 grados con respecto a la dirección del flujo de gas del conducto de gas. Como tal, las superficies principales extendidas de las placas de mezcladura de este modo en ángulo tomados juntas representan un área total proyectada de las placas de mezcladura correspondiente a 30-50%, más preferentemente 35-45% y más preferentemente 38 a 42% del área en sección transversal del conducto de gas, el área proyectada de una placa de mezcladura es el área de una superficie de la placa de mezcladura tal como se proyecta en un plano perpendicular a la dirección de flujo de gas del conducto de gas.

20 Ensayos han indicado que mediante la disposición de las placas de mezcladura en un ángulo con respecto a su boquilla dedicada tal que la turbulencia dentro del área de sección transversal es suficientemente grande para determinar una distribución uniforme del agente reductor y NOx a lo largo de la sección transversal completa del conducto de gas aguas abajo de la disposición. Sin embargo, no se ha observado restricción indebida alguna del flujo a través del conducto de gas.

25 De acuerdo con una realización, cada una de las placas de mezcladura está dispuesta con su superficie principal extendida formando un ángulo de 25-55 grados, más preferentemente 27-50 grados y lo más preferentemente 28-45 grados con respecto a la dirección de flujo de gas del conducto de gas.

30 La división de la placa de mezcladura en tres zonas virtuales, es decir, una zona inferior, una zona media y una zona superior, la zona inferior representa una longitud que corresponde a aproximadamente 20%, la zona media que corresponde a aproximadamente 50% y la zona superior representa una longitud que corresponde a aproximadamente 30% de la longitud total de la placa de mezcladura tomada a lo largo de su eje geométrico longitudinal. Como tal, los resultados del ensayo indican que el posicionamiento de la placa de mezcladura de en un ángulo dentro de los intervalos indicados resulta en una presión más baja en la superficie extendida principal trasera de la placa de mezcladura, dentro de la zona media de la placa de mezcladura. Con ello, el agente reductor suministrado se entremezcló de manera eficiente con el NOx del gas de combustión mediante la turbulencia generada por los bordes opuestos laterales de la placa de mezcladura formando ángulo de esa manera.

35 De acuerdo con una realización, el agente reductor es amoníaco o urea suministrado en forma seca, gaseosa. Con ello, se elimina el riesgo de formación de depósitos en las boquillas, las placas de mezcladura o las paredes del conducto de gas.

40 De acuerdo con una realización, la placa de mezcladura tiene una forma parabólica matemática, o es una geometría combinada compuesta de un triángulo isósceles truncado, agudo, fusionado a lo largo de su borde truncado con una geometría de una sola curva. Dicha geometría de una sola curva es un segmento de un círculo, un segmento de una elipse o un segmento parabólico. Esto potencia y mejora adicionalmente la entremezcladura de agente reductor y NOx dentro de y a lo largo del gas de combustión.

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

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La Fig. 1 es una vista en sección transversal lateral esquemática de una planta de energía con carbón.

La Fig. 2 es una vista en perspectiva de una disposición de acuerdo con una realización.

La Fig. 3a es una vista en planta de una realización de la placa de mezcladura.

5 La Fig. 3b es una vista en planta de una realización de la placa de mezcladura.

La Fig. 3c es una vista en planta de una realización de la placa de mezcladura.

La Fig. 4 es una vista superior de una disposición de acuerdo con una realización.

La Fig. 5 es una vista en perspectiva de una parte de una disposición de acuerdo con una realización.

10 La Fig. 6 es una vista en sección transversal lateral esquemática de una disposición de acuerdo con una realización.

#### Descripción de realizaciones preferidas

La Fig. 1 es una vista en sección transversal lateral esquemática que ilustra una planta de energía 1. La planta de energía 1 comprende una caldera de carbón 2. En la caldera de carbón 2, el carbón se quema en presencia de aire, generando con ello un flujo de un gas de proceso en forma de un gas de combustión que abandona la caldera de carbón 2 a través de un conducto conectado de forma fluida 4. A través del conducto 4 el gas de combustión fluye a una entrada 6 de un reactor de reducción catalítica selectiva (SCR) 8. Un sistema de suministro de amoníaco 10 es operativo para suministrar amoníaco a un sistema de inyección de amoníaco 12. El sistema de inyección de amoníaco 12 suministra amoníaco gaseoso, NH<sub>3</sub>, al flujo de gas de combustión en el conducto 4 de aguas arriba del reactor de SCR 8. El reactor de SCR 8 comprende una o más capas 14 consecutivas de catalizador de SCR 14a dispuestas en el interior del reactor de SCR 8. El catalizador de SCR 14a puede comprender, a modo de ejemplo, un componente catalíticamente activo tal como pentóxido de vanadio o trióxido de wolframio, aplicado a un material de soporte cerámico de modo que comprenda, p. ej., una estructura de nido de abeja o una estructura de placa. En el reactor de SCR 8 los óxidos de nitrógeno, NO<sub>x</sub>, en el gas de combustión reaccionan con el amoníaco inyectado por medio del sistema de inyección de amoníaco 12 para formar gas nitrogenado, N<sub>2</sub>. El gas de combustión abandona entonces el reactor de SCR 8 a través de un conducto 16 conectado de forma fluida y es emitido a la atmósfera a través de una pila 18 conectada de forma fluida. Se apreciará que la planta de energía 1 puede comprender, además, dispositivos de limpieza de gas tales como eliminadores de partículas, tales como precipitadores electrostáticos, y tales como depuradores en húmedo. Por razones de mantener la claridad de la ilustración en los dibujos, dichos dispositivos no se muestran en la Fig. 1.

30 Volviendo ahora a la Figura 2, se ilustra una vista en sección transversal tridimensional en perspectiva esquemática del conducto de gas 4. Para mayor claridad y para facilitar la comprensión, las cuatro paredes del conducto longitudinales, 4a, 4b, 4c y 4d, se ilustran muy esquemáticamente con líneas de trazos discontinuos. Una sección transversal tomada horizontalmente a través del conducto de gas 4 es de una posición situada entre la caldera 2 y el reactor de SCR 8. La Fig. 2 ilustra una realización del sistema de inyección de amoníaco 12 y la disposición 100 del mezclador estático 12a de acuerdo con la invención, para el suministro de un agente reductor en forma gaseosa en un gas de combustión que fluye en el conducto de gas 4.

La disposición 100 comprende un sistema de tuberías 20 que comprende una serie de boquillas 21. En la realización ilustrada, el sistema de tuberías 20 está dispuesto a través de un conducto de gas 4 perpendicular a la dirección del flujo de gas de combustión, que se indica por la flecha F en la Fig. 2. La disposición 100 comprende boquillas 21 distribuidas en filas 22. Se ha de entender que puede variarse el número de boquillas 21 y las filas 22 y su diseño.

40 El número de boquillas 21 debe adaptarse a parámetros tales como la calidad del gas de combustión, el tamaño del conducto de gas 4 y la calidad del reactor de SCR 8.

El sistema de tuberías 20 comunica con un suministro 10 de agente reductor. El suministro 10 puede ser en forma de un tanque u otro recipiente adecuado.

45 La disposición 100 es adecuada para el uso de un agente reductor en una forma gaseosa seca. Como ejemplos no limitativos, el agente reductor puede ser amoníaco o urea. En el caso de amoníaco, éste se puede suministrar al sitio de la planta de energía 1 en forma gaseosa, o se puede suministrar en forma líquida para la vaporización posterior, antes de la introducción en el conducto de gas 4. En forma gaseosa, no se experimentan problemas asociados con la formación de depósitos debido a cualquier gota o condensación que interactúa con partículas en el gas de combustión.

50

El agente reductor es suministrado por las boquillas 21 dispuestas en el sistema de tuberías 20. El agente reductor gaseoso es liberado a la corriente de paso del gas de combustión para su entremezcladura con el mismo antes de llegar a las placas de mezcladura 30 dispuestas aguas abajo de las boquillas.

5 Mediante el uso de un agente reductor en forma gaseosa, la estructura de las boquillas 21 puede mantenerse muy simple. En su forma más simple, la boquilla 21 individual está formada por una abertura en el sistema de tuberías 20. El agente reductor gaseoso puede, por lo tanto, ser liberado a la corriente de paso del gas de combustión para el entremezclado de una manera muy suave.

10 Las boquillas 21 están orientadas preferiblemente para que correspondan con y operen en la dirección de flujo F del flujo de gas de combustión a través del conducto de gas 4. Además, cada una de las boquillas 21 está posicionada alineada con su respectiva placa de mezcladura 30 dedicada tal como se describe con más detalle más adelante.

Cada una de las boquillas 21 se hace funcionar preferiblemente para proporcionar un flujo continuo de agente reductor en el conducto de gas 4.

15 El sistema de tuberías 20 se ha descrito hasta ahora como un único sistema unitario. Sin embargo, ha de entenderse que el sistema de tuberías 20 se puede dividir en varios sistemas que permitan proveer a diferentes partes de la sección transversal del conducto de gas 4 de diferentes cantidades de agente reductor o de diferentes grados de presurización. Esto último puede ser útil si se ha detectado, por mediciones realizadas aguas abajo del reactor de SCR, que existe un perfil de NOx no homogéneo.

20 Cada una de las boquillas 21 está dedicada a una placa de mezcladura 30. La placa de mezcladura 30 está dispuesta aguas abajo de su boquilla 21 dedicada. El número de placas de mezcladura puede corresponder al número de boquillas, estando adaptada cada una de las placas de mezcladura para cooperar con una boquilla dedicada. Sin embargo, se entiende que cada una de las placas de mezcladura puede tener más de una boquilla 21 dedicada.

25 Cada una de las placas de mezcladura 30 tiene una geometría que representa una geometría generalmente parabólica. Esto significa que la placa de mezcladura 30 puede tener una forma matemáticamente parabólica, véase la Figura 3a, o puede ser una "geometría combinada" que tiene una geometría generalmente parabólica global, véase la Figura 3b.

30 Una "geometría combinada" se define en esta memoria en el sentido de un triángulo 30a isósceles agudo, modificado por la sustitución de un vértice con una geometría 30b de una sola curva. La geometría de una sola curva puede ser representada por un segmento de un círculo 30b1, un segmento de una elipse 30b2 o un segmento parabólico 30b3. El ángulo  $\beta$  del vértice de dicho triángulo 30a que forma parte de la geometría combinada es preferiblemente de 5-15 grados. Se prefiere que a la geometría de una sola curva 30b1, 20b2, 30b3 se le dé tal radio R que su tangente T se une suavemente con los lados S del triángulo 30a. Las tres geometrías de una sola curva 30b1, 30b2, 30b3 se describen con líneas discontinuas en la Figura 3b.

35 Independientemente del diseño 30b1, 30b2, 30b3 de la placa de mezcladura 30, la placa de mezcladura 30 debería tener una geometría simétrica a lo largo de su eje geométrico longitudinal A. Este eje A se define como una línea que se extiende perpendicularmente desde un punto central en CP1 en la base B del triángulo 30a al punto de enfoque FP en la parte del borde curvado 30b1, 30b2, 30b3. El punto de enfoque FP es, pues, el punto más central a lo largo de la porción de borde delantero curvada 30b1, 30b2, 30b3 de la placa de mezcladura 30. Como se ve a lo largo del eje geométrico longitudinal A, la placa de mezcladura 30 se puede dividir en tres zonas virtuales, véase la Figura 3c, una zona inferior ZL, una zona media ZM y una zona superior ZU. La zona inferior ZL representa una longitud LL que corresponde a aproximadamente el 20% de la longitud LT de la placa de mezcladura 30 a lo largo del eje geométrico longitudinal A. La zona media ZM representa una longitud LM que corresponde a aproximadamente el 50% de la longitud LT la placa de mezcladura 30 a lo largo del eje geométrico longitudinal A. La zona superior ZU representa una longitud LU que corresponde a aproximadamente el 30% de la longitud LT de la placa de mezcladura 30 a lo largo del eje geométrico longitudinal A.

45 Volviendo ahora a la Figura 6, el punto de enfoque FP de cada una de las placas de mezcladura 30 está dispuesto esencialmente en el mismo plano P horizontal que su boquilla 21 dedicada. Además, la placa de mezcladura 30 está situada en este plano horizontal P de tal manera que el punto de enfoque FP está desplazado una distancia LN de la

boca 21a de la boquilla 21 en una dirección perpendicular a la longitud de la fila 22 dentro del conducto de gas 4, tal como se ilustra en la Fig. 6. La boquilla 21 está así dispuesta en una posición LNP situada una distancia LN desde el punto de enfoque FP de su placa de mezcladura 30 dedicada. La distancia LN, tomada perpendicular a la dirección de flujo de gas F del conducto de gas 4, es un factor de 0,2 a 0,7 veces la longitud proyectada LP de su placa de mezcladura 30 dedicada. La longitud LP proyectada es la proyección de la longitud LT de la placa de mezcladura 30 a partir de un punto de enfoque FP y termina en un borde trasero B de la placa de mezcladura 30 dedicada, tal como se proyecta perpendicular a la dirección de flujo de gas F del conducto de gas 4. La distancia LN se puede calcular, por lo tanto, como un factor de 0,5 veces la longitud LP proyectada. A modo de ejemplo, en el caso de que la longitud LP proyectada corresponda a una distancia de un metro, la distancia LN es entonces 0,5 m.

El punto de enfoque FP de cada una de las placas de mezcladura 30 está así dispuesto esencialmente en el mismo plano P horizontal que su boquilla 21 dedicada. Sin embargo, se entiende que la boquilla 21 puede disponerse más cerca o más lejos de su placa de mezcladura 30 dedicada, es decir, más cerca o más lejos de la placa de mezcladura que la ubicación de la boquilla 21 mostrada en la Fig. 6. La boquilla 21 puede estar dispuesta en una posición que está dentro de un intervalo de 0 a 0,9 de la distancia L1 más cercana a su placa de mezcladura 30 dedicada. Alternativamente, la boquilla 21 puede estar dispuesta a una distancia L2 aguas arriba del plano horizontal P. Entonces, la distancia L2 entre la boquilla 21 y el plano horizontal P, medida a lo largo de la dirección F de flujo principal del conducto de gas, es preferiblemente menos de 3 m.

La placa de mezcladura 30 está desplazada de la boca 21a en tal medida que la boquilla 21 está situada aguas arriba de la zona media virtual ZM y de forma esencialmente coincidente con el eje geométrico longitudinal A de la placa de mezcladura. Además, se prefiere que el desplazamiento se realice en tal medida que la boca 21a de la boquilla 21 esté orientada para ser alineada con un punto central CP2 de dicha zona media virtual ZM a lo largo del eje geométrico longitudinal A.

Además, cada una de las placas de mezcladura 30 está dispuesta con su superficie principal 34 expandida formando un ángulo  $\alpha$  con respecto a su boquilla 21 dedicada en la dirección de flujo F a través de dicho conducto de gas 4. Este ángulo  $\alpha$  puede ser fija o ajustable. Durante el funcionamiento normal, no hay sin embargo necesidad de ajustar el ángulo  $\alpha$ . Tal como se ilustra en la Fig. 2, cada una de las placas de mezcladura 30 en cada una de las filas R1, R2, R3, R4 tiene esencialmente el mismo ángulo  $\alpha$  con respecto a su boquilla 21 dedicada. Se prefiere que todas las placas de mezcladura 30 en la disposición 100 estén dispuestos con uno y el mismo ángulo  $\alpha$ .

Ensayos han demostrado que un ángulo  $\alpha$  adecuado es de 25 a 55 grados, más preferiblemente de 27 a 50 grados y lo más preferiblemente de 28 a 45 grados. A lo largo de la sección transversal completa del conducto de gas 4, los ensayos han demostrado que se prefiere que la pluralidad de placas de mezcladura 30 formando ángulo de este modo, en su conjunto, debe representar un área proyectada total de 30-50%, más preferiblemente 35-45% y lo más preferiblemente 38-42% del área en sección transversal CA del conducto de gas 4. Un "área proyectada" PA, a la que también se puede aludir como un "área de bloqueo", se define en esta memoria como que significa que el área de una superficie de una placa de mezcladura 30, tal como se proyecta en un plano perpendicular a la dirección de flujo F del gas del conducto de gas 4. El área total proyectada es, por lo tanto, la suma de todas las áreas proyectadas de las placas de mezcladura individuales como se ve en un plano perpendicular a la dirección del flujo de gas del conducto de gas 4. Esto se ilustra esquemáticamente en la Figura 4, que representa una sección transversal del conducto 4 que tiene un área total CA en sección transversal con ocho placas de mezcladura 30, teniendo cada una de las placas de mezcladura 30 un área proyectada PA. Una disposición 100 de este tipo ha demostrado proporcionar una turbulencia suficiente del gas de combustión y el agente reductor aguas abajo de las placas de mezcladura 30 con el fin de proporcionar una entremezcladura suficiente del agente reductor y NOx en el gas de combustión antes de que la mezcla alcance el reactor de SCR dispuesto aguas abajo del mismo.

Además, tal como se ve en la Figura 2, las boquillas 21 están dispuestas en un patrón que comprende cuatro filas 22, simétricamente dispuestas. Cada una de las filas 22 comprende dos boquillas 21 dispuestas simétricamente. Se ha de entender que esto es sólo para ejemplificar la disposición 100. El número de filas 22 debería ser de al menos dos y cada una de las filas 22 debería tener al menos una boquilla 21. Por lo tanto, el número de boquillas 21 y de placas de mezcladura 30 puede ser reducido o aumentado.

De la Figura 2 también se ilustra que la base de borde recto B de las placas de mezcladura 30 está dispuesto perpendicular al flujo de gas de combustión a través del conducto de gas 4, esencialmente paralelo con las filas 22.



En la realización objeto, la disposición 100 comprende cuatro filas 22 de boquillas 21, es decir, un número par. Las placas de mezcladura 30 están dispuestas en un patrón repetitivo. Las placas de mezcladura 30 en la primera fila R1 dispuesta junto a la primera pared 4a del conducto de gas 4 están colocadas con su base de borde recto B en la proximidad más cercana a la primera pared 4a. La base de borde recto B de las placas de mezcladura 30 en la segunda fila R2 subsiguiente está colocada como una imagen especular de las de la primera fila R1 como con bases de borde recto B de las placas de mezcladura 30 en la proximidad más cercana a las bases de borde recto B de las placas de mezcladura 30 en la siguiente tercera fila R3. Finalmente, las bases de borde recto B de las placas de mezcladura 30 en la cuarta fila R4, adyacentes a la tercera fila R3, están colocadas como una imagen especular de las de la tercera fila R3 con bases de borde recto B de las placas de mezcladura 30 en proximidad más cercana con la segunda pared 4c del conducto de gas 4. La segunda pared 4c está dispuesta enfrentada a la primera pared 4a.

Este patrón es aplicable sin importar el tamaño del conducto de gas 4. Se ha de entender que el número de filas 22 y el número de boquillas 21 en cada una de las filas 22 pueden ser diferentes a los descritos a modo de ejemplo en esta memoria. Con referencia ahora a la Figura 5, se ilustrará esquemáticamente la función de la disposición 100 con el fin de describir el flujo de gas de combustión en y alrededor de una boquilla 21 y su placa de mezcladura 30 dedicada.

Partiendo de aguas arriba de la boquilla 21, una corriente de gas de combustión fluye dentro del conducto de gas 4 de la caldera 2 hacia el reactor de SCR 8, pasando con ello por la disposición 100.

La corriente de gas de combustión F, que fluye a través de la sección transversal ilustrada del conducto de gas 4, alrededor de la boquilla 21 y su placa de mezcladura 30 dedicada está sometida a la perturbación del flujo provocada por la placa de mezcladura 30, generando así una entremezcladura del agente reductor con el gas de combustión que contiene NOx. Mientras que la disposición objeto 100 comprende varias boquillas 21 y las placas de mezcladura 30 dedicadas a la misma, a efectos de simplicidad de explicación, la siguiente descripción se centrará en una boquilla 21 y su placa de mezcladura 30 dedicada.

Tras el contacto del gas de combustión con la placa de mezcladura 30, los vórtices V1 se forman a lo largo de los dos bordes laterales opuestos 31 de la placa de mezcladura 30. Los vórtices V1 se forman esencialmente a lo largo de toda la longitud de los dos bordes 31 y pueden incluso comenzar a formarse en la geometría curvada de la placa de mezcladura, pero son más fuertes a lo largo de las dos zonas medias ZM opuestas. La geometría parabólica general de la placa de mezcladura 30, por lo tanto, genera al menos dos vórtices delanteros principales V1 que emergen de los bordes opuestos laterales 31 de la placa de mezcladura 30. Los vórtices V1 se mueven hacia la base de borde recto B de la placa de mezcladura 30 a lo largo de la superficie expandida 34. Los vórtices V1 tienden gradualmente a seguir la dirección de flujo general F a través del conducto de gas 4 alejándose de la placa de mezcladura 30, mientras que aumenta gradualmente de diámetro a medida que aumenta su distancia de la placa de mezcladura 30. Los vórtices V1 giran en direcciones opuestas. Las características reales de los vórtices V1 es una función de factores tales como el ángulo  $\alpha$  de la placa de mezcladura 30 con respecto a la dirección de flujo F del gas de combustión FG y de la geometría real de la placa de mezcladura 30.

Adyacente al punto de enfoque FP la corriente de gas de combustión contacta con la placa de mezcladura 30 justo antes de la mezcladura con agente reductor, ya que el punto de enfoque FP de la placa de mezcladura 30 está dispuesto esencialmente en el mismo plano horizontal que la boquilla 21.

Los vórtices V1 así creados, adyacente al punto de enfoque FP, contienen esencialmente gas de combustión FG solamente hasta que los vórtices V1 se encuentran con otra parte de la corriente de gas de combustión, que al pasar por la boquilla 21 hace contacto con el flujo de agente reductor RA emitido, creando una entremezcladura de los mismos. Más aguas abajo de la boquilla 21, este gas de combustión y el agente reductor contactan con la placa de mezcladura en ángulo 30.

Con agente reductor RA suministrado en el área de la zona media ZM de la superficie expandida principal 34 de la placa de mezcladura 30, el agente reductor RA se entremezcla principalmente en el gas de combustión FG por medio de turbulencia generada por la placa de mezcladura 30. Después de fluir pasada la zona media ZM de la placa de mezcladura 30, el agente reductor contacta con el flujo ya turbulento del gas de combustión procedente de los vórtices V1 y se entremezcla con el mismo. Por consiguiente, agente reductor suministrado es aspirado con ello en los dos vórtices V1 generados a lo largo de los dos bordes laterales 31 opuestos de cada una de las placas de mezcladura 30.

5 El conducto de gas 4 equipado con una disposición 100 que comprende al menos dos boquillas 21 con placas de mezcla 30 dedicadas, la turbulencia generada por un conjunto de una boquilla 21 y su placa de mezcla 30 dedicada, se añade a la turbulencia generada por conjuntos adyacentes 21, 30, sin importar si los conjuntos 21, 30 están situados en una y la misma fila 22 o en filas adyacentes 22 a lo largo de la sección transversal del conducto de gas 4.

10 El uso de la disposición 100 tal como se ha descrito, resulta en una entremezcladura muy eficiente y en la distribución del agente reductor con el NOx en el gas de combustión FG a lo largo de una sección transversal del conducto de gas 4. Dado que la disposición 100 está situada aguas arriba del reactor de SCR 8, la entremezcladura continúa hasta que el gas de combustión FG alcanza el reactor de SCR 8 y el catalizador de SCR 8a dispuesto en su interior. La concentración del NOx en el gas de combustión, utilizando una disposición 100 tal como se describe, ha demostrado, sorprendentemente, una distribución uniforme a lo largo de un área en sección transversal del reactor de SCR 8.

15 Los resultados del ensayo indican el efecto sorprendentemente beneficioso del uso de la disposición 100 tal como se describe. Con tal uso, más de 100 boquillas que suministran un agente reductor en un conducto de gas sin placas de mezcla se podrían reemplazar por una disposición 100 tal como se ha descrito que comprende sólo unas pocas boquillas 21, teniendo cada una, una placa de mezcla 30 dedicada.

20 La disposición 100 puede estar conectada con un sistema de control (no mostrado) para regular el nivel de suministro de agente reductor al conducto de gas 4 en base a la cantidad de NOx en el gas de combustión aguas abajo del reactor de SCR 8. Tal sistema de control puede controlar el flujo de agente reductor a través de las boquillas 21 de forma individual o puede controlar el nivel de agente reductor suministrado por el sistema de tuberías 22 que soporta un cierto número de boquillas 21.

25 En su forma más simple ilustrada en la Figura 1, un primer analizador de NOx 20 es operativo para medir la cantidad de NOx en el gas de combustión del conducto de gas 4 justo a continuación de la caldera 2 y aguas arriba del reactor de SCR 8. Un segundo analizador de NOx 22 es operativo para medir la cantidad de NOx en el gas de combustión del conducto de gas 16 aguas abajo del reactor de SCR 8. Un controlador 24 recibe la entrada de datos desde el primer analizador de NOx 20 y el segundo analizador de NOx 22. Basándose en esa entrada de datos, el controlador 24 calcula un rendimiento de separación de NOx presente. La presente eficiencia de separación de NOx calculada se compara con un punto de conjunto de separación de NOx. Basándose en el resultado de la comparación, la cantidad de agente reductor suministrado al gas de combustión se ajusta para una eficiencia  
30 óptima.

Ha de entenderse que cuando se utiliza un sistema de control, la realización descrita en esta memoria es sólo una posible solución. Dependiendo del número de sensores utilizados aguas abajo del reactor de SCR 8, es posible controlar la eficacia de la limpieza del reactor de SCR 8 en diferentes puntos a lo largo de su sección transversal.

35 También se ha de entender que se puede utilizar un sensor de carga 28 operativo para detectar la carga en la caldera 2. Tal carga puede ser expresada en términos de, por ejemplo, la cantidad de combustible tal como ton/h de carbón transportado a la caldera 2. La señal de datos de dicho sensor de carga es útil para controlar aún más la cantidad de agente reductor suministrada a la disposición 100. De acuerdo con una realización, se generan datos de perfil de NOx del gas de combustión sobre una base regular, en base a mediciones de NOx realizadas aguas arriba y/o aguas abajo del catalizador de SCR 14a. Una ventaja de esta realización es que cambios en el perfil de NOx, siendo provocados estos cambios, por ejemplo, por un cambio en la carga en la caldera 2, un cambio en la calidad del combustible, un cambio en el estado de los quemadores de la caldera 2, etc., pueden tenerse en cuenta en el control de la cantidad del agente reductor suministrado a la disposición 100, de manera que la separación eficiente de NOx se puede asegurar en todo momento.

45 También se ha de entender que los datos del perfil de NOx se pueden obtener al hacer mediciones manuales, para determinar una cantidad adecuada de agente reductor suministrado por la disposición 100 al gas de combustión en el conducto de gas 4.

Se ha descrito en lo que antecede, que la presente invención se puede utilizar para la limpieza de un gas de combustión de proceso generado en una caldera de carbón. Se apreciará que la invención es útil también para otros tipos de gases de proceso, incluyendo los gases de proceso generados en calderas de petróleo, plantas de

incineración, incluyendo las plantas de incineración de residuos, hornos de cemento, altos hornos y otras plantas metalúrgicas, incluyendo cinturones de sinterización, etc.

Además, se ha de entender que el conducto de gas 4 puede estar provisto de boquillas 21 adicionales 21, no dedicadas a una placa de mezcladura específica.

5 Sin embargo, este tipo de boquillas 21 adicionales debe considerarse como una característica opcional si la limpieza de gas debe requerir un suministro adicional de agente reductor. Tales boquillas 21 adicionales pueden disponerse en cualquier posición adecuada en el conducto de gas 4, sin importar si se encuentran aguas abajo o aguas arriba de la disposición 100.

10 Asimismo, ha de entenderse que el conducto de gas 4 puede estar provisto de placas de mezcladura 30 adicionales de cualquier geometría, aguas abajo o aguas arriba de la disposición 100 para aumentar adicionalmente la turbulencia y la entremezcladura de agente reductor con el gas de combustión.

Se apreciará que son posibles numerosas variantes de las realizaciones anteriormente descritas de la presente invención dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15 Resumiendo, la presente descripción se refiere a una disposición para el suministro de un agente reductor en forma gaseosa en un gas de combustión que fluye en un conducto de gas 4 que comunica con un catalizador en un reactor de reducción catalítica selectiva (SCR) dispuesto aguas debajo de dicha disposición. La disposición comprende una pluralidad de boquillas 21 dispuestas en el conducto de gas 4. Las boquillas 21 están adaptadas para suministrar dicho agente reductor. La disposición comprende, además, una pluralidad de placas de mezcladura 30 dispuestas en el conducto de gas 4, aguas debajo de dichas boquillas 21. Cada una de las placas de mezcladura 30 está  
20 adaptada para cooperar con al menos una boquilla 21 dedicada. Además, cada una de las boquillas 21 está dispuesta dentro de una zona proyectada de su placa de mezcladura 30 dedicada, el área proyectada es el área de una superficie de la placa de mezcladura 30 dedicada tal como se proyecta en un plano perpendicular a la dirección de flujo F del gas del conducto de gas 4.

## REIVINDICACIONES

1. Una disposición para suministrar un agente reductor en forma gaseosa a un gas de combustión que fluye en un conducto de gas (4) que comunica con un catalizador (14a) en un reactor de reducción catalítica selectiva (SCR) (8) dispuesto aguas abajo de dicha disposición, comprendiendo la disposición
- 5 una pluralidad de boquillas (21) dispuestas en el conducto de gas (4) adaptadas para suministrar dicho agente reductor,
- una pluralidad de placas de mezcladura (30) dispuestas en el conducto de gas (4) aguas debajo de dichas boquillas (21), estando situada cada una de las placas de mezcladura (30) con una boquilla (21) dedicada, en donde
- 10 cada una de las boquillas (21) está dispuesta dentro de un área proyectada (PA) de su placa de mezcladura (30) dedicada, el área proyectada (PA) es el área de una superficie de la placa de mezcladura (30) dedicada tal como se proyecta en un plano perpendicular a la dirección del flujo de gas (F) del conducto de gas (4), que es paralela a un eje longitudinal del conducto de gas (4), en donde la pluralidad de boquillas (21) está dispuesta en un patrón que comprende al menos dos filas (22) dispuestas simétricamente a lo largo de una sección transversal del conducto de gas (4), comprendiendo cada una de las filas (22) al menos una boquilla (21), y un borde recto (B) de
- 15 las placas de mezcladura (30) dedicadas es paralelo a dichas filas (22), caracterizada por que cada una de las placas de mezcladura (30) tiene una geometría parabólica.
2. La disposición de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada una de las boquillas (21) está dispuesta en una posición (LNP) situada a una distancia (LN) de un punto de enfoque (FP) de su placa de mezcladura (30) dedicada, la distancia (LN), tomada perpendicular a la dirección del flujo de gas (F) del conducto de gas (4), es un factor de 0,2
- 20 a 0,7 veces una longitud proyectada (LP) de su placa de mezcladura (30) dedicada, la longitud proyectada (LP) es la proyección de la longitud (LT) de la placa de mezcladura (30) comenzando en un punto de enfoque (FP) y terminando en un extremo trasero (B) de la placa de mezcladura (30) tal como se proyecta perpendicular a la dirección del flujo de gas (F) del conducto de gas (4).
3. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una punta (FP) de cada una de las placas de mezcladura (30) está situada en el mismo plano que su al menos una boquilla (21) dedicada.
- 25 4. La disposición de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada una de las placas de mezcladura (30) en cada una de las filas ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ) tiene un ángulo similar con respecto a sus boquillas (21) dedicadas.
5. La disposición de acuerdo con la reivindicación 4, en donde las placas de mezcladura (30) en una primera fila ( $R_1$ ) más cercana a una primera pared (4a) de dicho conducto de gas (4) están dirigidas con sus bordes rectos (B) más cercanos a dicha pared (4a), y en donde las placas de mezcladura (30) en una segunda fila ( $R_2$ ), adyacente a la primera fila ( $R_1$ ), están dirigidas con sus bordes rectos (B) más cercanas a una segunda pared (4c) de dicho conducto de gas (4), siendo dicha segunda pared (4c) opuesta a la primera pared (4a).
- 30 6. La disposición de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende un número par de filas, en donde las placas de mezcladura (30) están dispuestas a lo largo de las filas en un patrón repetitivo, en que las placas de mezcladura (30) en una primera fila ( $R_1$ ) están dispuestas en proximidad a una primera pared (4a) de dicho conducto de gas (4) con bordes rectos (B) más cercanos a dicha pared, los bordes rectos (B) de las placas de mezcladura (30) en una segunda fila ( $R_2$ ), adyacente a la primera fila ( $R_1$ ), están dispuestos más cercanos a los bordes rectos (B) de las placas de mezcladura (30) en una subsiguiente tercera fila ( $R_3$ ), y los bordes rectos (B) de las placas de mezcladura (30) en una cuarta fila ( $R_4$ ), adyacente a la tercera fila ( $R_3$ ), están situados en proximidad a una segunda pared (4c) del conducto de gas (4), siendo dicha segunda pared (4c) opuesta a la primera pared (4a).
- 35 40 7. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde cada una de las placas de mezcladura (30) está dispuesta con su superficie (34) extendida formando un ángulo de 25-55 grados con respecto a la dirección de flujo de gas (F), en donde las superficies (34) de las placas de mezcladura (30) formando así ángulo juntas representan un área proyectada (PA) total de 30-50%, más preferiblemente 35-45% y lo más preferiblemente 38-42% del área en sección transversal (CA) del conducto de gas (4), el área proyectada (PA) de una placa de mezcladura (30) es el área de una superficie de la placa de mezcladura (30) tal como se proyecta en un plano perpendicular a la dirección de flujo de gas (F) del conducto de gas (4).
- 45 50 8. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde cada una de las placas de mezcladura (30) está dispuesta con su superficie (34) extendida formando un ángulo de 25-55 grados, más preferiblemente 27-50 grados y lo más preferiblemente 28-45 grados con respecto a la dirección de flujo de gas (F) a través de dicho conducto de gas (4).

9. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el agente reductor (RA) es amoníaco o urea suministrado en forma gaseosa.

5 10. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la placa mezcladura (30) tiene una forma matemática parabólica o es una geometría combinada compuesta de un triángulo isósceles truncado, agudo (30a), unido a lo largo de su borde truncado (S) con una geometría de una sola curva, siendo dicha geometría de una sola curva un segmento de un círculo (30b<sup>1</sup>), un segmento de una elipse (30b<sup>2</sup>) o un segmento parabólico (30b<sup>3</sup>).

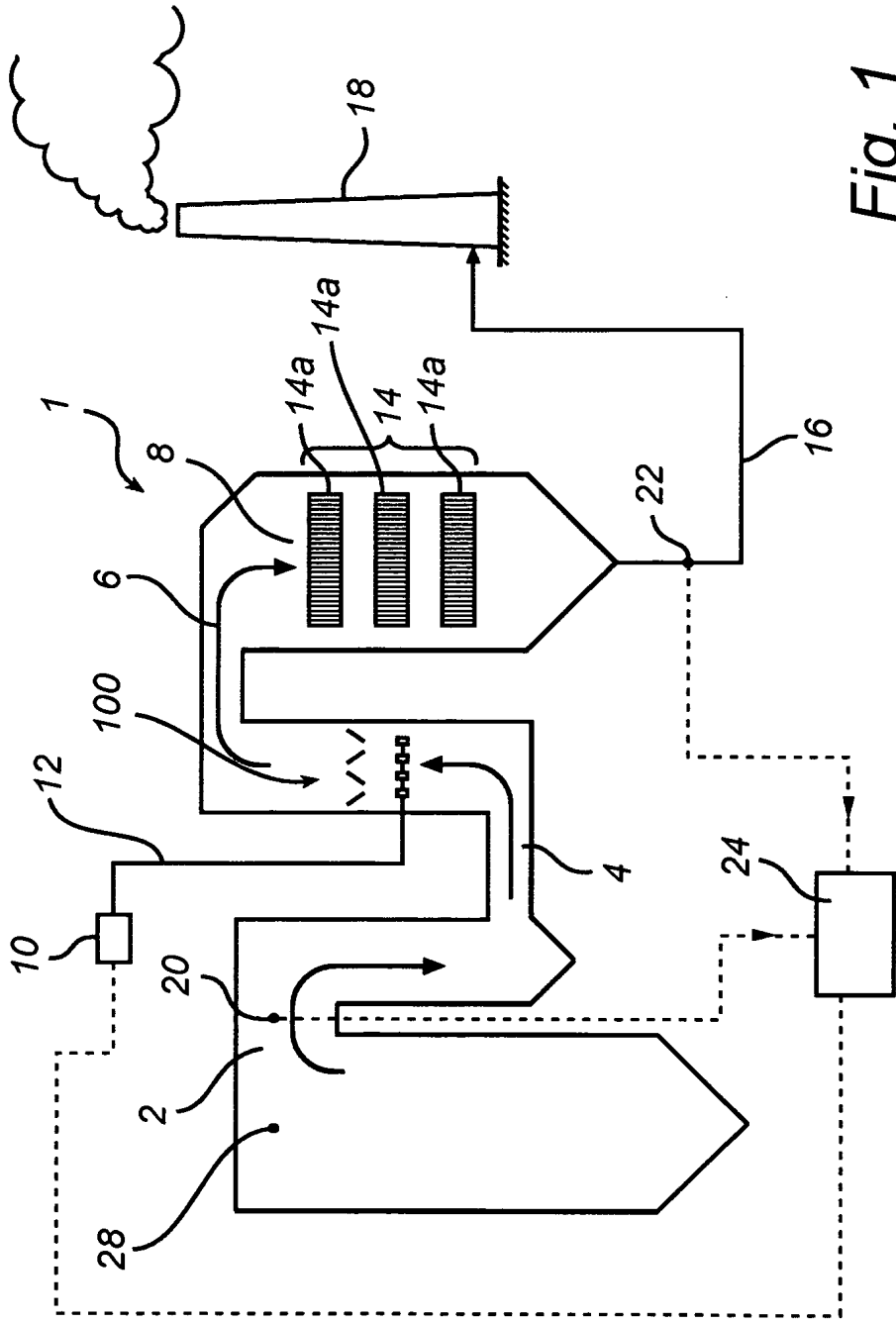


Fig. 1

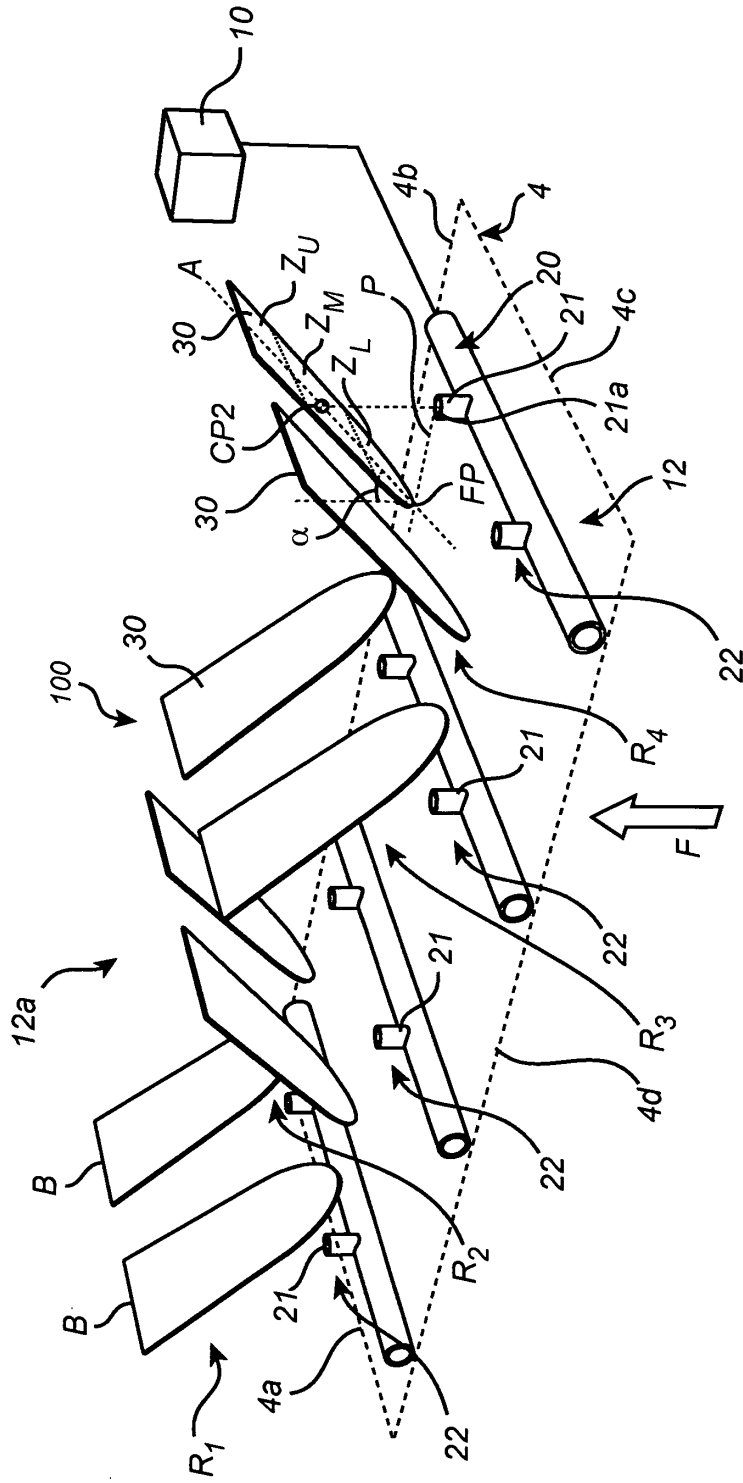
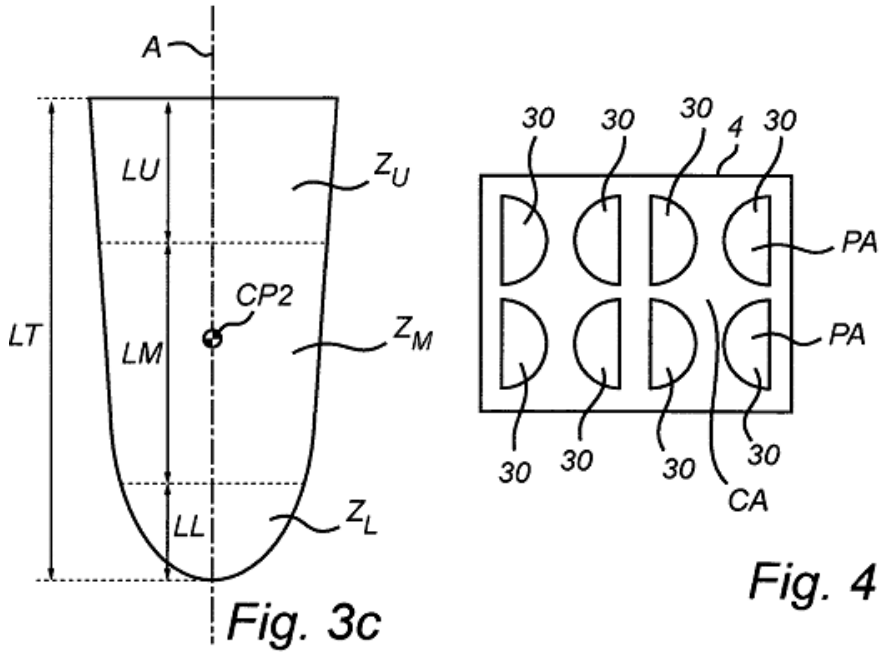
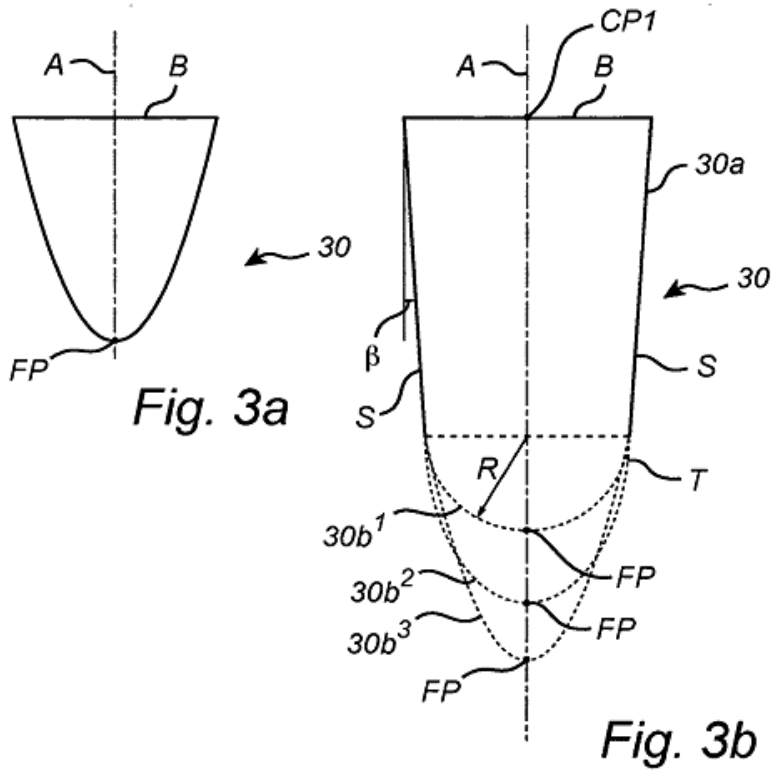


Fig. 2





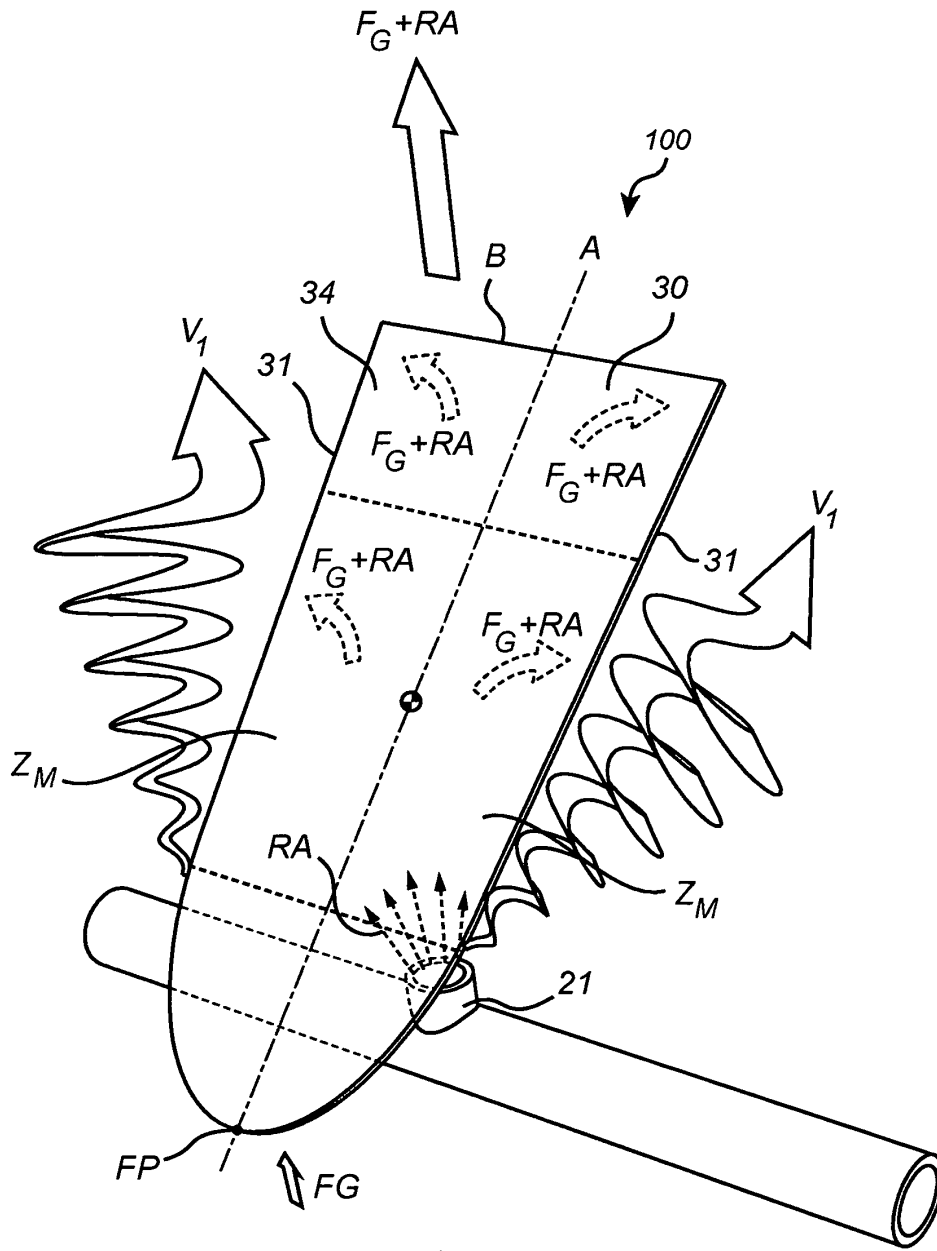


Fig. 5

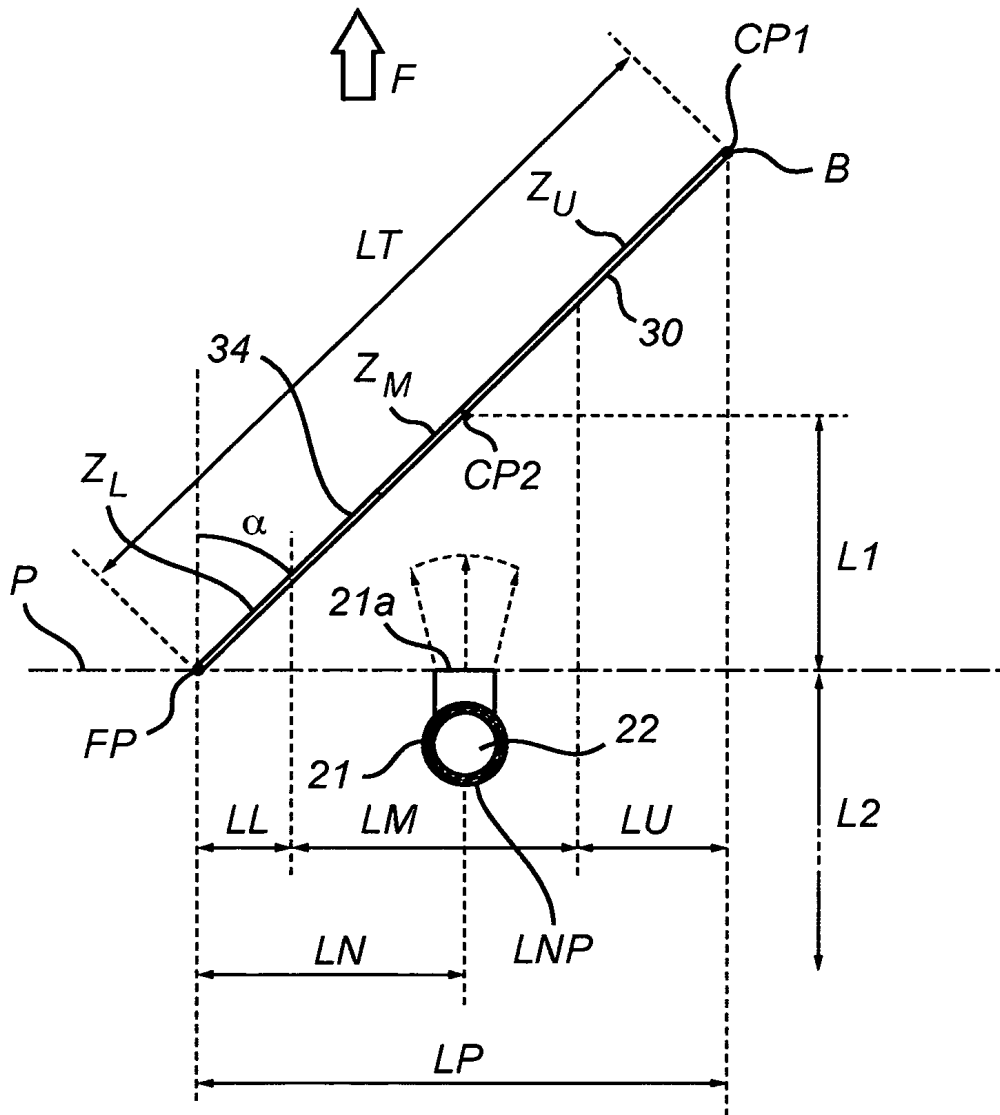


Fig. 6