



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 337 089**

(51) Int. Cl.:

**B01F 3/04** (2006.01)

**B01F 5/04** (2006.01)

**B01F 5/06** (2006.01)

**B01F 15/00** (2006.01)

**B01D 53/34** (2006.01)

**B01D 53/74** (2006.01)

**F23J 15/00** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06829637 .5**

(96) Fecha de presentación : **14.12.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1962995**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **03.09.2008**

(54) Título: **Dispositivo para mezclar un fluido con una corriente de una gran cantidad de gases, especialmente para la introducción de un agente reductor en un gas de combustión que contiene óxidos de nitrógeno.**

(30) Prioridad: **15.12.2005 DE 10 2005 059 971**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**20.04.2010**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**20.04.2010**

(73) Titular/es: **FISIA Babcock Environment GmbH**  
**Fabrikstrasse 1**  
**51643 Gummersbach, DE**

(72) Inventor/es: **Beckmann, Gerd y**  
**Priesmeier, Ulrich**

(74) Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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 para mezclar un fluido con una corriente de una gran cantidad de gases, especialmente para la introducción de un agente reductor en un gas de combustión que contiene óxidos de nitrógeno.

La invención se refiere a un dispositivo para mezclar un fluido con una corriente de una gran cantidad de gases (circulación básica) que circula en un canal de gas, especialmente para la introducción de un agente reductor en un gas de combustión que contiene óxidos de nitrógeno, con al menos una lanza de toberas con al menos una tobera para la alimentación del fluido, cuyo eje forma un ángulo con la dirección de la circulación de la corriente de cantidades de gases, y con al menos un elemento mezclador plano asociado a distancia a la tobera, que forma un ángulo con la dirección de la circulación de la corriente de cantidades de gases, de manera que en el elemento mezclador se configuran remolinos de la circulación y al menos una parte del fluido llega a estos remolinos de la circulación.

Se conoce a partir del documento DE 37 23 618 C1 un dispositivo de este tipo, en el que el agente reductor es introducido en forma de gas en la corriente de grandes cantidades de gases (gas de combustión). El elemento mezclador elástico se emplea para acortar los recorridos de mezcla en principio muy largos.

En instalaciones SCR para la Reducción Catalítica Selectiva de gases de combustión, por ejemplo de combustiones de centrales eléctricas por medio de agentes reductores y catalizador es habitual que en el caso de  $\text{NH}_3$  como agente reductor, éste sea almacenado en forma de  $\text{NH}_3$  licuado a presión o de hidróxido amónico y sea inyectado  $\text{NH}_3$  pre- evaporado con una corriente de gas portador a la corriente de gas de combustión y sea mezclado con ésta. En el caso de urea como agente reductor se genera en primer lugar una solución de urea acuosa, que se inyecta después de tratamiento adecuado entonces igualmente en forma de gas en la corriente de gas de combustión.

En el dispositivo conocido, el elemento mezclador es una chapa rectangular que se extiende sobre la anchura del canal de gas de combustión. La lanza de toberas con la tobera se encuentra esencialmente lateral y paralela al canto de la chapa de mezcla que se encuentra aguas arriba con respecto a la dirección de la circulación de la corriente de gas de combustión y el chorro de tobera del agente reductor en forma de gas en forma de la mezcla de  $\text{NH}_3$  - gas portador es inyectado lateralmente sobre el lado trasero del elemento mezclador. La distribución se realiza en los remolinos de la circulación directamente en y detrás de la chapa de mezcla y a través de la turbulencia elevada en la circulación de gas de combustión aguas debajo de la chapa de mezcla. En el caso de una sección transversal grande del canal, están previstas lanzas de toberas adyacentes que rellenan la sección transversal así como varias chapas de circulación asociadas a las lanzas de toberas.

También se ha propuesto una inyección de hidróxido amónico ( $\text{NH}_4\text{OH}$  líquido) o solución de urea sin evaporación previa directamente en la corriente de gas de combustión sobre el lado trasero de un elemento mezclador, de manera que la tobera está dispuesta sobre el lado trasero (lado Lee) del elemento mezclador de tal forma que la dirección de inyección se extiende paralelamente a la corriente de cantidades de gases de combustión. El chorro de tobera está constituido por una mezcla de gas y gotitas de líquido, que se evaporan en el entorno caliente a  $300^\circ\text{C}$  aproximadamente después de un cierto tiempo. En este caso, existe el peligro de que gotitas de agente reductor junto con partículas de polvo contenidas en los gases de combustión conduzcan a la formación de un revestimiento del tipo de hormigón sobre el o los elementos mezcladores empleados, los elementos de soporte para el elemento mezclado y, dado el caso, sobre las paredes del canal de gas de combustión. Por lo tanto, la tobera debe estar dispuesta alejada del elemento mezclador hasta el punto de que las gotitas no evaporadas no puedan incidir sobre el disco mezclador tampoco bajo la influencia de corrientes de retorno (trenzas de remolinos). Esto conduce a una prolongación de la longitud del canal de gas de combustión libre de estructuras internas que es necesaria para la mezcla a fondo. No se pueden emplear elementos mezcladores estáticos adicionales en la corriente de gas de combustión después de la inyección debido al peligro de formación de un revestimiento.

El cometido de la invención es mejorar el dispositivo del tipo indicado al principio, de tal manera que con una inyección directa de un líquido como fluido, especialmente agente reductor líquido, con un recorrido corto de la mezcla se evita una formación de revestimiento en una extensión esencial.

Este cometido se soluciona en un dispositivo del tipo indicado al principio porque cuando se emplea un líquido como fluido, la lanza de toberas está equipada con al menos dos toberas de atomización inclinadas entre sí en contra de la dirección de la circulación de la corriente de cantidades de gases y en sentido contrario, porque las toberas de atomización están asociadas a un elemento mezclador configurado en forma de disco y porque la atomización está conducida de tal forma que las porciones gaseosas evaporadas contenidas en el chorro de toberas que salen, respectivamente, desde las toberas de atomización entran en el remolino de la circulación, mientras que las porciones en forma de gotitas no evaporadas no entran en virtud de su inercia y del ángulo de atomización ( $\beta$ ) en el remolino de la circulación en la proximidad del disco mezclador.

Las toberas de atomización están dispuestas con relación a la corriente de cantidades de gases aguas abajo o aguas arriba del disco mezclador.

En las dos formas de realización se asegura que las gotas grandes no evaporadas sigan, en virtud de su inercia, en gran medida el eje original del chorro y no incidan sobre el disco mezclador y puedan conducir allí a la formación de un revestimiento, mientras que el  $\text{NH}_3$  evaporado en el gas de combustión caliente desde el agente reductor líquido

## ES 2 337 089 T3

alimentado sigue la circulación del gas de combustión y es incorporado como gas en los torbellinos de viento que ruedan directamente detrás del disco mezclador. De esta manera se consigue una distribución previa también durante la inyección directa de NH<sub>4</sub>OH.

5 Con preferencia, el disco mezclador está configurado de forma circular, elíptica, ovalada, en forma de parábola, en forma de rombo o en forma de triángulo, como se conoce a partir del documento DE 37 23 618 V1, columna 1, líneas 40-45.

10 Es conveniente que el ángulo entre las dos toberas de atomización esté en el intervalo entre 60° y 120°, con preferencia 90°.

El disco mezclador está inclinado con preferencia bajo un ángulo en el intervalo entre 30° y 90° con respecto a la dirección de la circulación de la corriente de cantidades de gases.

15 Es conveniente que las toberas de atomización sean toberas de 2 sustancias con un medio auxiliar de atomización, con preferencia con aire comprimido o vapor de agua como medio auxiliar de atomización. Con toberas de 2 sustancias se puede generar un espectro fino de gotitas.

20 Pero también se pueden emplear toberas de presión sin medio auxiliar como toberas de atomización.

Para evitar una caída de gotas en la salida de las toberas, las toberas de atomización pueden estar equipadas con aire de bloqueo o bien aire de velo.

25 Para optimizar las trayectorias de las gotitas todavía en su alineación, el plano cubierto por los chorros de toberas de las toberas de atomización está inclinado bajo un ángulo en el intervalo de 0° a 30° con respecto a la dirección de la circulación de la corriente de cantidades de gas.

A continuación se explica en detalle la invención a modo de ejemplo con la ayuda de las figuras. En este caso:

30 La figura 1 muestra una representación tridimensional de un remolino de herradura con torbellino de viento que se ajusta en un disco de forma circular atacado por una corriente de cantidades de gas e inclinado en contra de la corriente bajo un ángulo  $\alpha$ .

35 La figura 2 muestra una vista lateral transversalmente a la línea A-A según la figura 1.

La figura 3 muestra una vista delantera con visión sobre el lado Lee del disco transversalmente a la línea B-B en la representación según la figura 1.

40 La figura 4 muestra una vista lateral comparable a la figura 2 en una primera forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención, en la que las toberas de atomización están dispuestas con relación a la corriente de cantidades de gases aguas abajo del disco mezclador, de manera que se representa al mismo tiempo la sección transversal del canal de gas que conduce la corriente de cantidades de gases.

45 La figura 5 muestra una vista trasera con visión sobre el lado Luv del disco transversalmente a la línea B-B en la representación según la figura 1.

La figura 6 muestra una vista lateral comparable a la figura 4 en una segunda forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención, en la que las toberas de atomización están dispuestas aguas arriba del disco mezclador, y

50 La figura 7 muestra una vista delantera con visión sobre el lado Lee del disco transversalmente a la línea B-B en la presentación según la figura 1.

55 En la configuración de torbellinos de viento se trata de un fenómeno natural en circulaciones tridimensionales en un cuerpo (se remite a Prandl, Oswatitsch, Wieghardt; Führer durch die Strömungslehre, 9ª edición, 1990; ISBN 3-528-28209-6, página 229, figura 4.41 y descripción correspondiente).

La aparición, la forma y la posición de tales torbellinos de viento en la corriente de salida de discos mezcladores se representan en primer lugar de forma esquemática en las figuras 1 a 3 y se describen con relación a ellas.

60 Un disco 1 de forma circular está inclinado en un ángulo  $\alpha$  en contra de la corriente de cantidades de gases 2 que circulan partiendo desde abajo en la figura 1. Sobre el lado Luv 1a del disco, la corriente de cantidades de gas se desvía desde una dirección principal de la circulación y se produce una región de sobrepresión. La corriente parcial 2a de la corriente de cantidades de gas 3 circula con un ángulo predeterminado debajo del disco en dirección longitudinal. Sobre el lado Lee 1b del disco se forma una región de baja presión, que es rellenada por la corriente parcial 2b de la corriente de cantidades de gas sobre el borde del disco. A través de la desviación de la circulación en el borde del disco se forma un remolino de herradura 3 con el eje de remolino 3a representado con línea de trazos, que se prolonga en forma de un torbellino de viento con dos remolinos giratorios simétricos aguas abajo del disco. Los remolinos laterales del remolino de herradura se prolongan como torbellino de viento, se solapan con la corriente de cantidades de gases

(circulación básica) y se propagan con la circulación básica. El estado de la circulación dentro del torbellino de viento es altamente turbulento. El límite 3b representado de forma esquemática del remolino de herradura y del torbellino de viento no se puede entender como limitación nítida. La posición y la estructura así como los sentidos de giro opuestos de los dos remolinos se pueden determinar experimentalmente con técnica de medición adecuada.

En otras formas de disco como forma de elipse, forma ovalada, forma de parábola, forma de rombo o forma de triángulo, se configuran remolinos comparables a los torbellinos de viento.

La mezcla turbulenta a fondo de torbellinos de viento y la corriente de cantidades de gases se utiliza para distribuir una corriente de gas inyectada casi puntualmente de manera uniforme sobre una sección transversal muy grande.

En la forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención según las figuras 4 y 5, dos toberas de atomización 4a y 4b están dispuestas en la cabeza de una lanza de toberas 5 que se extiende en el interior de un canal de gas de combustión R. (Se pueden emplear más de dos toberas de atomización; también es posible el empleo de toberas de presión). Las toberas de atomización están dispuestas sobre el lado Lee 1b del disco mezclador 1 configurado con preferencia de forma circular a una distancia predeterminada del mismo. El chorro de toberas que sale, respectivamente, desde una de las toberas 4a y 4b, contiene componentes 6a en forma de gas y gotitas 6b no evaporadas. Las dos toberas de atomización 4a y 4b forman un ángulo  $\beta$  de  $120^\circ$  y están inclinadas con relación a la circulación básica. Son posibles otros ángulos. Se prefiere el intervalo entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ .

El plano cubierto por las toberas 4a y 4b no está inclinado con respecto a la circulación básica.

En las figuras 4 y 5 se atomiza el agente de reacción líquido 5a por medio de un agente auxiliar de atomización 5c y el chorro de tobera 6 está rodeado por aire de bloqueo o aire de velo.

En las figuras 4 a 7 se representan de forma esquemática, además de las corrientes parciales 2a y 2b, las corrientes 6a (componente gaseoso del chorro de tobera 6) y 6b (gotitas no evaporadas) de la corriente de inyección 6. La parte 6a evaporada de la corriente de inyección sigue -como se representa en las figuras- las curvaturas de la circulación básica y se enrolla en la circulación de remolino 3. Las gotitas 6b no evaporadas siguen su inercia bajo el ángulo de inyección  $\beta$  seleccionado y de esta manera atraviesa sobre el lado Lee 1b del disco 1 el remolino que retorna sobre el lado Lee, de manera que se previene esencialmente una formación de revestimiento de gotitas y polvo fino a partir del gas de combustión.

Las gotitas de la corriente parcial 6b se evaporan más tarde en la corriente de gas de combustión y se mezclan en una medida suficiente a través de las turbulencias que están presentes allí.

La corriente parcial 6a puede contener también todavía gotitas muy finas que, sin embargo, se evaporan rápidamente y, por lo tanto, solamente contribuyen poco -dato el caso- a la formación del revestimiento. Con respecto a la cantidad de agente reductor, la corriente parcial 6a contiene esencialmente más agente reductor que la corriente parcial 6b. Pero en el caso de penetración de trenzas de remolinos, no acordes con la invención, la corriente parcial más reducida 6b conduciría a una formación considerable de revestimiento.

En la forma de realización de acuerdo con las figuras 6 y 7, el cabezal de toberas con las toberas de atomización 4a y 4b está dispuesto aguas arriba del disco mezclador 1. Las toberas de atomización 4a y 4b están dispuestas de tal manera que los ejes de los chorros de las toberas 6 se extienden sobre los dos lados a una distancia suficiente junto al disco mezclador 1. La distancia con respecto al disco puede ser con preferencia aproximadamente 0,5 m. También en esta forma de realización, las trayectorias de las gotitas 6b atraviesan el disco mezclador hacia el remolino dirigido.

En la forma de realización de acuerdo con las figuras 6 y 7, el plano cubierto por las toberas 4a y 4b está inclinado con respecto a la circulación básica en el ángulo  $\gamma = 20^\circ$ .

En esta forma de realización y en la forma de realización según las figuras 4 y 5, es posible un ángulo de inclinación  $\gamma$  en el intervalo de  $0^\circ$  a  $30^\circ$ .

En la forma de realización de acuerdo con las figuras 6 y 7, es ventajoso que el espacio con frecuencia no utilizado por razones técnicas aguas arriba del disco mezclador 1 se puede utilizar para la disposición de la lanza de toberas 5. Además, en esta forma de realización existe la libertad de conducir la lanza de toberas 1 en contra de la circulación básica desde una dirección discrecional desde la pared del canal K hacia el lugar de inyección, sin que en este caso deba realizarse, como se conoce, la penetración muy costosa del disco mezclador 1.

Es evidente que en el caso de secciones transversales grandes, se pueden prever varios discos mezcladores con toberas de atomización asociadas sobre la sección transversal del canal. También se pueden disponer más de dos toberas, por ejemplo en disposición de erizo de un disco mezclador. Solamente tienen que estar dispuestas de tal forma que las trayectorias de las gotas atraviesen el remolino.

## ES 2 337 089 T3

### Lista de signos de referencia

|    |    |                                                                                 |
|----|----|---------------------------------------------------------------------------------|
|    | 1  | Disco (disco mezclador)                                                         |
| 5  | 1a | Lado del disco - Luv                                                            |
|    | 1b | Lado del disco - Lee                                                            |
|    | 2  | Corriente de cantidades de gases                                                |
| 10 | 2a | Corriente de cantidades de gases, corriente parcial en el lado Luv 1a del disco |
|    | 2b | Corriente de cantidades de gases, corriente parcial en el lado Lee 1b del disco |
| 15 | 3  | Remolino de herradura y torbellino de viento                                    |
|    | 3a | Eje del remolino                                                                |
|    | 3b | Límite exterior del remolino                                                    |
| 20 | 4  | Lanza de toberas                                                                |
|    | 4a | Tobera de atomización                                                           |
| 25 | 4b | Tobera de atomización                                                           |
|    | 4c | Cabezal de toberas                                                              |
|    | 5a | Alimentación de agente reductor líquido                                         |
| 30 | 5b | Alimentación de medio auxiliar atomizador en forma de gas                       |
|    | 5c | Alimentación de aire de bloqueo o bien de aire de velo                          |
| 35 | 6  | Chorro de toberas                                                               |
|    | 6a | Porción en forma de gas                                                         |
|    | 6b | Gotitas no evaporadas                                                           |
| 40 | R  | Canal de gas de combustión                                                      |

45

50

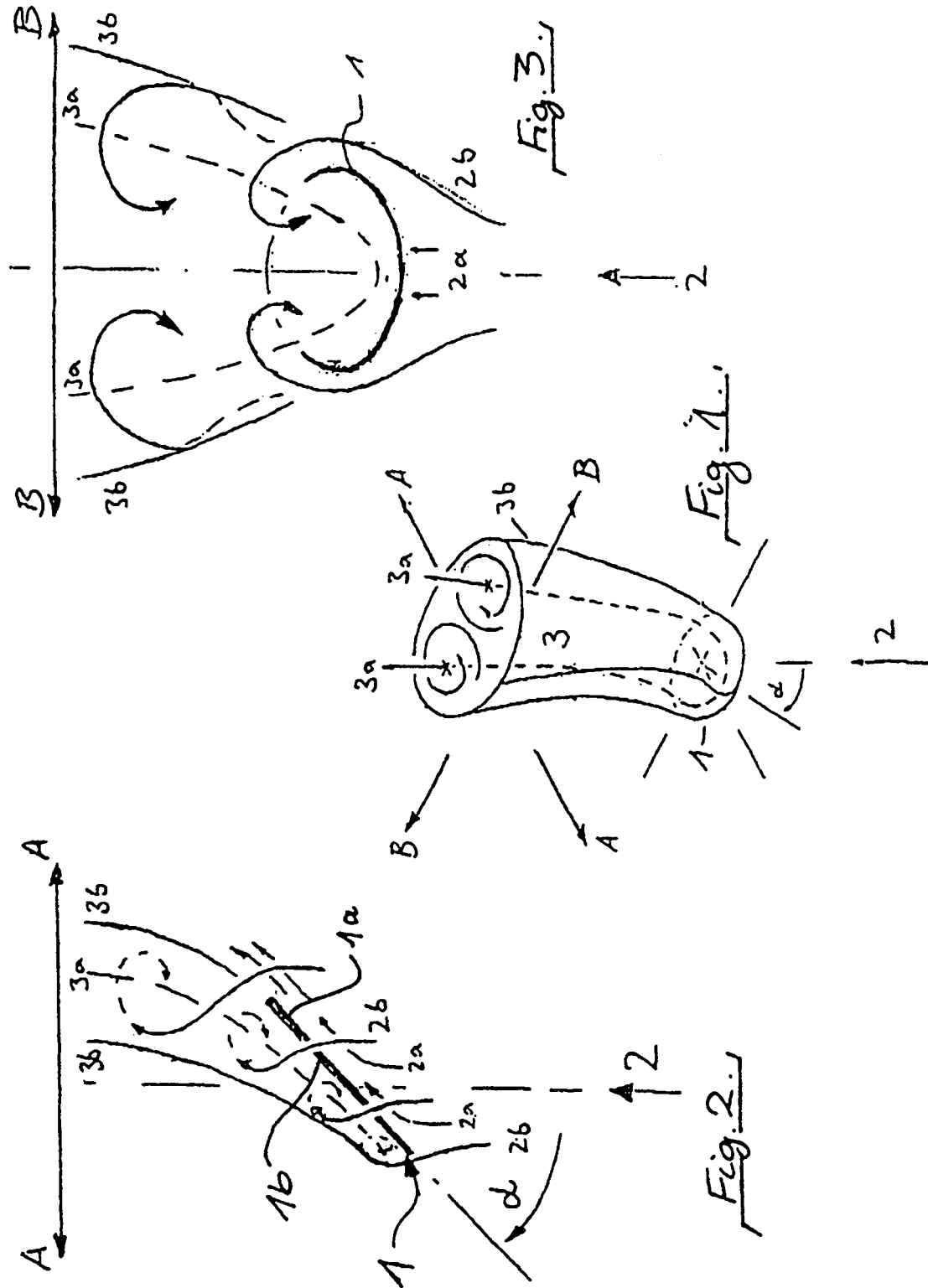
55

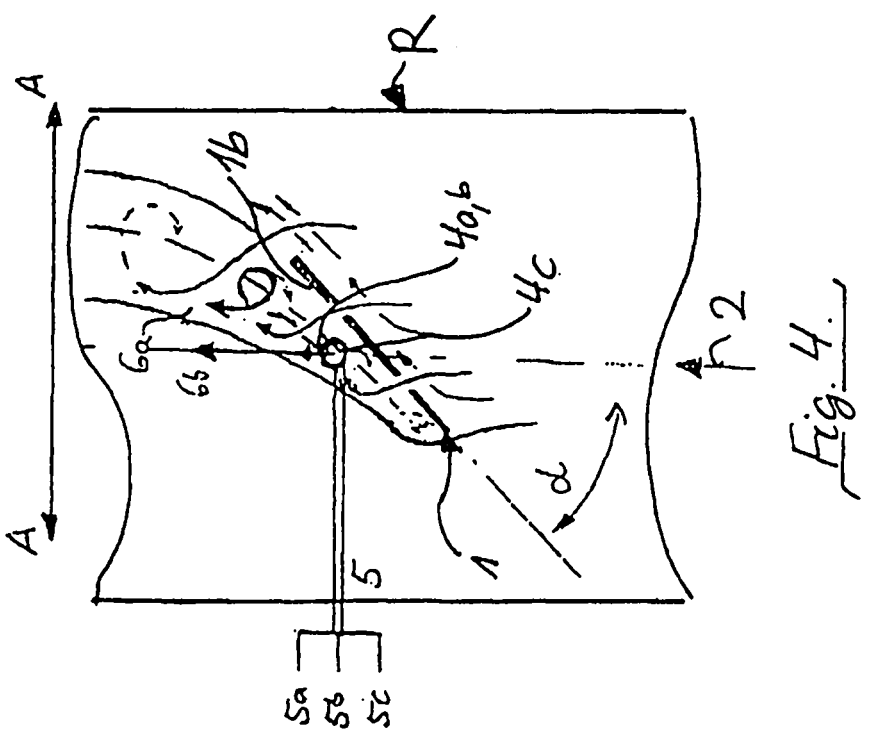
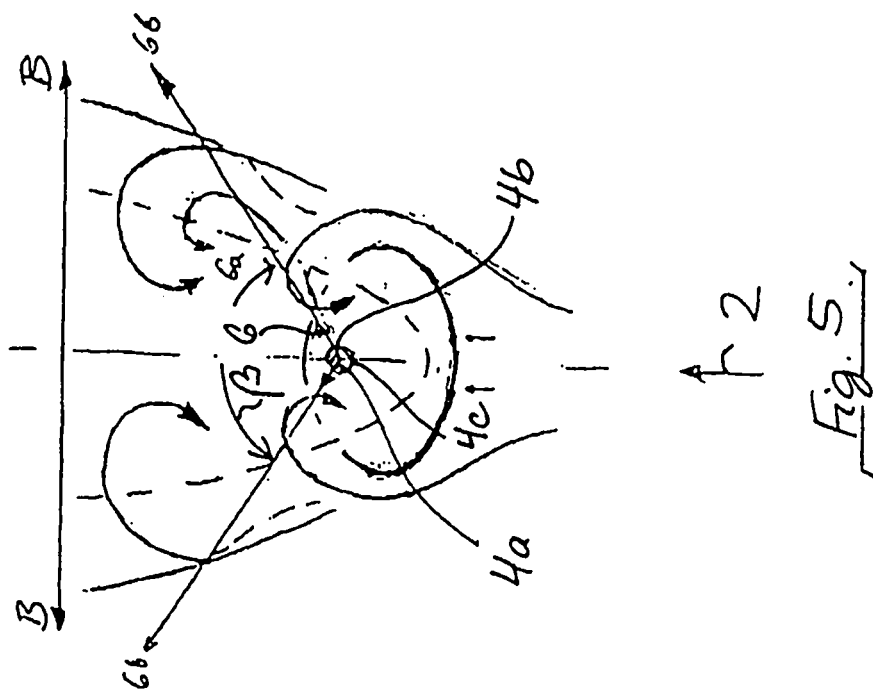
60

65

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para mezclar un fluido con una corriente de una gran cantidad de gases (circulación básica) que circula en un canal de gas, con al menos una lanza de toberas con al menos una tobera de atomización para la alimentación del fluido, cuyo eje forma un ángulo con la dirección de la circulación de la corriente de cantidades de gases, y con al menos un elemento mezclador plano asociado a distancia a la tobera de atomización, que forma un ángulo con la dirección de la circulación de la corriente de cantidades de gases, de manera que en el elemento mezclador se configuran remolinos de la circulación y al menos una parte del fluido llega a estos remolinos de la circulación, 10 **caracterizado** porque, cuando se emplea un líquido como fluido, la lanza de toberas (5) está equipada con al menos dos toberas de atomización (4a, 4b) inclinadas entre sí en contra de la dirección de la circulación de la corriente de cantidades de gases (2) y en sentido contrario bajo un ángulo de atomización ( $\beta$ ), porque las toberas de atomización están dispuestas con relación a la corriente de cantidades de gases (2) aguas abajo sobre el lado Lee (1b) o aguas arriba sobre el lado Luv (1a) del elemento mezclador (1) configurado en forma de disco, y porque la atomización está 15 conducida de tal forma que las porciones gaseosas (6a) evaporadas contenidas en el chorro de toberas (6) que salen, respectivamente, desde las toberas de atomización entran en el remolino de la circulación (3; 3a; 3b) de la corriente de cantidades de gas (2), mientras que las porciones (6b) en forma de gotitas no evaporadas no entran en virtud de su inercia y del ángulo de atomización ( $\beta$ ) en el remolino de la circulación (3; 3a; 3b) de la corriente de cantidades de gas (2) en la proximidad del disco mezclador (1).
- 20 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el disco mezclador (1) está configurado de forma circular, elíptica, ovalada, en forma de parábola, en forma de rombo o en forma de triángulo.
- 25 3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el ángulo de atomización ( $\beta$ ) entre las dos toberas de atomización está en el intervalo entre 60° y 120°.
- 30 4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el disco mezclador (1) está inclinado bajo un ángulo ( $\alpha$ ) en el intervalo de 30° a 90° con respecto a la dirección de la circulación de la corriente de cantidades de gases.
- 5 5. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque las toberas de atomización (4a, 4b) son toberas de 2 sustancias con un medio auxiliar de atomización (5b).
- 35 6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque las toberas de atomización (4a, 4b) son toberas de presión.
7. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque las toberas de atomización (4a, 4b) están equipadas con aire de bloqueo (5c).
- 40 8. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el plano cubierto por los chorros de toberas de las toberas de atomización está inclinado bajo un ángulo ( $\gamma$ ) en el intervalo de 0° a 30° con respecto a la dirección de la circulación de la corriente de cantidades de gas (2).
- 45 9. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el ángulo de atomización ( $\beta$ ) tiene 90°.





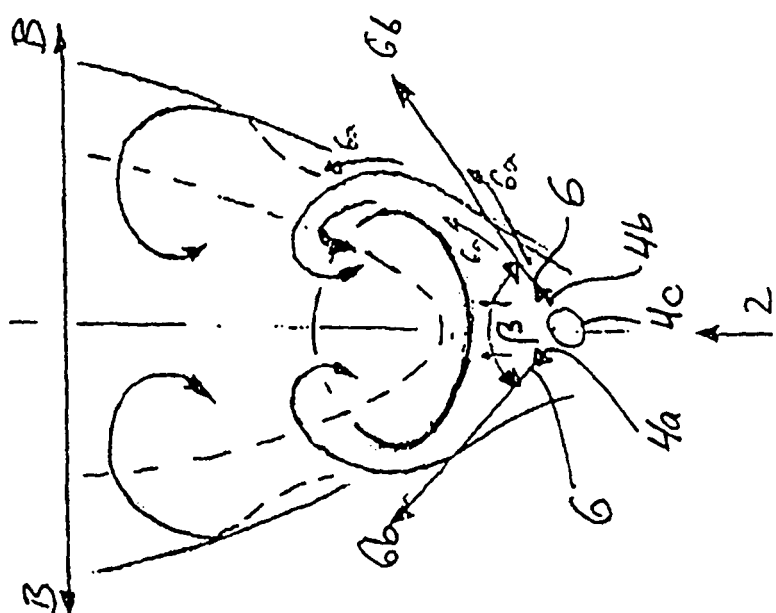


Fig. 7.

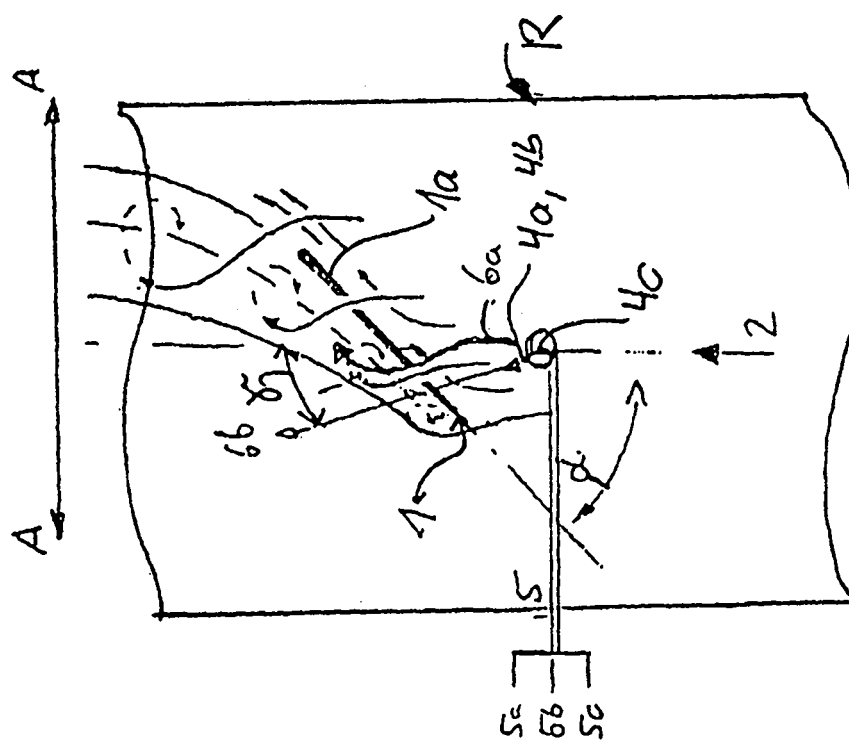


Fig. 6.