

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 439**

51 Int. Cl.:

B05B 1/02 (2006.01)

B05B 1/20 (2006.01)

F23J 7/00 (2006.01)

F23J 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2009 PCT/EP2009/064405**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2010 WO10049534**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2009 E 09760786 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2342021**

54 Título: **Dispositivo y proceso para distribuir un fluido**

30 Prioridad:

31.10.2008 FR 0857436

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

02.10.2018

73 Titular/es:

**SOLVAY SA (100.0%)
Rue de Ransbeek, 310
1120 Bruxelles, BE**

72 Inventor/es:

**CARTAGE, THIERRY;
BODSON, OLIVIER JACQUES F.J.G. y
THIJSEN, MARC**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 684 439 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 proceso para distribuir un fluido

5 La invención se refiere a la distribución de fluidos en un espacio por medio de una tubería provista de orificios. Se refiere, más específicamente, a la distribución neumática de polvos, tales como carbonato de sodio y bicarbonato, cal, piedra caliza o trona.

10 Hay varios contextos en los que los polvos deben distribuirse de manera controlada en un espacio dado. En el caso específico de la purificación de gases de combustión, un reactivo en forma pulverulenta debe introducirse con frecuencia homogéneamente dentro de los gases de combustión a purificar. En general, los gases de combustión circulan en un conducto o un canal de humos. La introducción de un polvo puede realizarse, en los casos más simples, mediante un inyector localizado en la pared del conducto. En general, el inyector introduce el polvo en perpendicular a la dirección de flujo de los gases de combustión, a una cierta velocidad. Si la velocidad del polvo es lo suficientemente alta en relación con la velocidad de los gases de combustión, el polvo podrá distribuirse de manera suficientemente homogénea en los gases de combustión. Cuando el conducto tiene grandes dimensiones, que habitualmente tienen un diámetro de varios metros, se hace difícil, sin embargo, obtener una distribución satisfactoria.

20 Una posible solución a este problema es usar una multiplicidad de inyectores, que penetran a diferentes profundidades dentro del conducto. Sin embargo, esto aumenta los costes del dispositivo.

25 Se ha previsto además usar una tubería cilíndrica provista de orificios extendidos a lo largo de la tubería, colocándose la tubería en medio de los gases de combustión, a menudo en perpendicular a su dirección de flujo. El polvo se introduce por transporte neumático en un extremo de la tubería. Se distribuye a través de orificios de salida, lo que hace posible distribuirlo de manera más homogénea dentro de los gases de combustión. Se ha observado que es difícil obtener caudales similares a través de los diversos orificios, teniendo los orificios colocados más cerca del extremo de alimentación de la tubería una tendencia a recibir un caudal más alto. Este defecto se resuelve parcialmente sellando el segundo extremo de la tubería, pero entonces se experimenta una obstrucción gradual de la tubería por el polvo estancado. Esta situación desfavorable es especialmente pronunciada cuando el polvo tiene tendencia a aglomerarse, como es el caso, por ejemplo, en presencia de humedad (se dice que un polvo clasificado como polvo de clase C por la prueba Geldart es aglomerante). Además, las partículas que constituyen el polvo también se califican como aglomerantes. Además, el uso de una tubería cilíndrica provista de orificios convencionales tiene la desventaja de que las partículas más grandes, en particular aquellas que tienen un diámetro mayor de aproximadamente 10 micrómetros, se abren paso desde el interior del tubo a los orificios con más dificultad, lo que da lugar a una segregación de tamaño de partícula, teniendo las partículas grandes una tendencia a permanecer en la tubería.

40 En el documento US 4826088 se describe un sistema para la distribución neumática, a través de la tierra, de materiales en forma de polvo, usados en la agricultura. El sistema comprende unas tuberías cilíndricas, cuya sección transversal se divide en dos partes mediante placas soldadas colocadas dentro de la tubería y que se extienden hacia el exterior de esta tubería. A continuación, los dos flujos correspondientes se dirigen por separado por unos deflectores. El sistema no permite la distribución en más de dos flujos a partir de una sola tubería, lo que explica la necesidad de varias tuberías cilíndricas (3 en la variante representada). Este sistema, que es difícil de introducir en un espacio cerrado tal como un conducto, no permite una operación estable durante un período prolongado, en particular cuando el polvo usado tiene una tendencia a aglomerarse, ya que se bloquea gradualmente. Además, es complejo y costoso de producir, en particular cuando es necesario distribuir el polvo en más de dos flujos. Estos últimos ya no se controlan y equilibran correctamente.

50 El documento DE3708941A describe un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

El objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo y un proceso que hagan posible distribuir un fluido, y en particular un fluido cargado con partículas aglomerantes, es decir, partículas que tienen tendencia a aglomerarse, en un espacio dado de una manera simple.

55 En consecuencia, la invención se refiere a un dispositivo para distribuir un fluido de manera controlada, en particular para distribuir un gas cargado con partículas, comprendiendo el dispositivo una tubería que tiene una forma cilíndrica, que está compuesta de una pieza y provista de al menos un orificio de entrada y con una serie de orificios de salida extendidos a lo largo de la tubería y cortados en la pared lateral de esta tubería. El dispositivo está caracterizado por que las secciones deformadas de la pared, localizadas corriente abajo de todos los orificios de salida colocados en la pared lateral de la tubería y limitados por una sección del borde de estos orificios, tienen una forma cóncava, de tal manera que esta sección del borde de estos orificios se coloca dentro de la tubería, de modo que, cuando el dispositivo está en servicio, la dirección de flujo del fluido que sale de estos orificios y se desplaza a lo largo de dichas secciones de pared se controla por la forma de estas últimas secciones. En el dispositivo de acuerdo con la invención, la tubería tiene un extremo descendente abierto, que actúa como un orificio de salida complementario cuyo diámetro es menor que el diámetro de la tubería.

En el dispositivo de acuerdo con la invención, se entiende que el término "tubería" significa un cuerpo hueco alargado limitado por una pared, cuya longitud es igual a al menos 3 veces, preferentemente al menos 10 veces, la más pequeña de las otras dos dimensiones características. La tubería tiene una forma cilíndrica adecuada para el espacio en el que debe distribuirse el fluido. Se entiende que la expresión "forma cilíndrica" significa una forma generada por el desplazamiento en paralelo de una línea recta a lo largo de una curva cerrada. Los cilindros de revolución, generados cuando la curva es un círculo, son especialmente preferidos.

De acuerdo con una característica principal de la invención, la sección del borde del orificio de salida se coloca dentro de la tubería. Esta colocación resulta de la forma de la sección deformada de la pared corriente abajo del orificio, unida por este borde. Corriente abajo se define en relación con el flujo del fluido dentro de la tubería. La colocación del borde del orificio de salida dentro de la tubería significa que cuando el fluido circula en la tubería, se encuentra con esta sección del borde que corta el flujo general en dos partes. Una parte continúa fluyendo a lo largo de la tubería, mientras que la segunda parte del flujo se guía hacia el exterior de la tubería por la sección de pared adyacente al borde en cuestión. En el dispositivo de acuerdo con la invención, es esencial que la colocación dentro de la tubería del borde del orificio sea una consecuencia de la forma de la sección correspondiente de la pared. Esta sección de pared está fabricada de una sola pieza con el resto de la pared de la tubería. Por lo tanto, no está compuesto de una parte separada. Las formas correspondientes a los diversos orificios pueden ser idénticas. Sin embargo, para una distribución perfectamente controlada del fluido o por otras razones, puede ser necesario que las formas sean ligeramente diferentes. En particular, es posible variar la profundidad a la que se coloca el borde dentro de la tubería y, por lo tanto, el espesor máximo de la sección del flujo cortado por el borde y guiado hacia el exterior. Esta profundidad, que depende del número de orificios de salida, es, en general, mayor que el 1 %, preferentemente el 3 %, más preferentemente el 5 % del diámetro de la tubería. Se recomienda que no supere el 60 %, preferentemente el 40 %, más preferentemente el 30 % del diámetro. Cuando la tubería no tiene una sección transversal circular, se entiende que el término "diámetro" significa el diámetro equivalente de un círculo que tiene la misma área de superficie que la sección transversal de la tubería.

Los inventores han observado que la característica esencial de la invención, de acuerdo con la que la colocación del borde del orificio es una consecuencia de la forma de la sección correspondiente de la pared, permite un guiado óptimo del fluido, lo que hace posible controlar su distribución. Esta característica del dispositivo también permite la fabricación de la tubería como una sola pieza, sin tener que sujetar partes o acoplamientos adicionales a la misma. De esta manera, se obtiene un acabado superficial perfectamente liso y una curvatura regular de la tubería alrededor de los orificios. Se recomienda que la rugosidad Ra (como se describe en la norma ISO 4287) de la pared sea inferior a 1 μm . En particular, cuando el fluido es un gas, en general aire, cargado con partículas aglomerantes, esta característica esencial de la invención hace posible evitar la aglomeración de las partículas en el dispositivo y, por lo tanto, evitar su obstrucción durante el uso del mismo.

El dispositivo de acuerdo con la invención hace posible usar tuberías que tienen un extremo descendente abierto, que actúa como un orificio de salida complementario. De acuerdo con una realización, es posible dotar a este extremo descendente de una boquilla, por ejemplo, una boquilla troncocónica, destinada a obtener el diámetro correcto de la salida complementaria. Como variante, es preferible reducir, a través de la deformación, el diámetro del extremo de la tubería. Ventajosamente, la reducción del diámetro es tal que el orificio de salida complementario tiene un diámetro menor que 0,9, preferentemente menor que 0,75, más preferentemente menor que 0,6 veces el diámetro de la tubería. Si la sección transversal de la tubería no es circular, los diámetros son diámetros equivalentes.

El borde de los orificios que se coloca en la tubería tiene, naturalmente, el mismo espesor que la tubería. En general, se prefiere perfeccionarlo, por ejemplo, mediante molienda. Se recomienda un espesor de menos de 1 mm.

El material del que se produce el dispositivo no es fundamental.

Sin embargo, se recomienda que la tubería se produzca a partir de un material fácilmente deformable, tal como metales y plásticos, con el fin de obtener un control óptimo de la colocación de los bordes de los orificios. Se prefieren materiales deformables en frío. Diversos aceros, y en particular el acero inoxidable, funcionan perfectamente.

Toda la tubería está compuesta de una pieza, es decir, de una sola pieza. Esto se entiende que significa que no se produce ensamblando, por ejemplo, soldando o pegando, diversas partes. El material del que se compone la tubería es una sola pieza. A nivel microscópico, es posible moverse por la totalidad de la tubería sin encontrar una discontinuidad en la composición del material. En esta realización, los riesgos de unión del fluido se minimizan en particular, lo que es especialmente ventajoso cuando está cargado con partículas aglomerantes.

El fluido puede circular en el dispositivo de diversas maneras, dependiendo de la posición de el o los orificios de entrada de la tubería. La tubería puede comprender, por ejemplo, un orificio de entrada localizado en su centro, que tendrá el efecto de que el fluido circule en direcciones opuestas hacia sus dos extremos.

Como el extremo descendente de la tubería está abierto, no se producirá aglomeración cuando el fluido se cargue con partículas aglomerantes.

5 El dispositivo de acuerdo con la invención hace posible distribuir muchos tipos de fluidos de una manera controlada, por ejemplo, homogéneamente, en un espacio. Esta distribución se realiza con una caída de presión especialmente baja en el dispositivo. Se recomiendan caídas de presión de menos de 50 mbar, preferentemente de menos de 10 mbar, en el caso del transporte neumático de polvos, en particular cuando las velocidades del aire (medidas en el dispositivo) son mayores que 10 m/s, preferentemente entre 20 y 40 m/s. Esta baja caída de presión permite que el dispositivo opere fácilmente en modo de aspiración, como puede ser el caso cuando la presión en el espacio en el que se distribuye el fluido está por debajo de la presión atmosférica.

15 El dispositivo de acuerdo con la invención puede comprender un gran número de orificios de salida. Específicamente, los inventores han observado que la colocación, dentro de la tubería, de una sección del borde de los orificios de salida crea, a través de un efecto de dinámica de fluidos, una mezcla en la tubería de las corrientes descendentes de estos orificios. El dispositivo comprende ventajosamente al menos tres orificios de salida, preferentemente al menos 5, más preferentemente al menos 10. Sin embargo, es preferible que este número no supere los 100, preferentemente los 50. Los diferentes orificios de salida están preferentemente separados por una distancia de al menos un diámetro (equivalente) de la tubería. Los orificios de salida pueden extenderse lateralmente, en relación con una generatriz del cilindro. En general, están preferentemente alineados con respecto a dicha generatriz.

25 En el dispositivo de acuerdo con la invención, el fluido que sale por los orificios de salida se desplaza a lo largo de la sección correspondiente de la pared. Cuando el fluido está cargado con partículas, esta situación hace posible evitar la incrustación de las partículas en la pared de la tubería adyacente al orificio de salida. Este efecto de autolimpieza permite que el dispositivo opere durante un largo tiempo sin requerir un apagado para la limpieza del mismo.

30 Los inventores también han observado que es importante que los orificios de salida tengan una relación de aspecto comprendida dentro de valores bien definidos. Se entiende que la expresión "relación de aspecto" significa la relación entre la anchura y la altura del orificio. Una baja relación de aspecto hace posible, para un área de superficie dada de un orificio, penetrar más profundamente dentro del flujo en la tubería, donde el flujo del fluido a distribuir es más constante y más alto. Esto hace posible mejorar la homogeneidad de la distribución. Se recomiendan relaciones de aspecto inferiores a 5, ventajosamente inferiores a 4, preferentemente inferiores a 3. Se recomiendan, en particular, relaciones de aspecto superiores a 1, ventajosamente entre 1,4 y 8, preferentemente entre 1,5 y 3.

35 El espacio en el que se distribuye el fluido está, en general, lleno de gas, a menudo aire, aunque podría llenarse con un líquido. Los fluidos distribuidos pueden ser gases o líquidos. Pueden, además, cargarse con partículas sólidas o líquidas. La invención es especialmente adecuada para gases cargados con partículas sólidas o líquidas, en particular, para gases cargados con partículas sólidas. El gas es preferentemente aire.

40 En consecuencia, la invención también se refiere a un proceso para distribuir un fluido en un espacio de manera controlada, según el cual se coloca un dispositivo de acuerdo con la invención en dicho espacio y se introduce un fluido, preferentemente un gas cargado con partículas, en al menos un orificio de entrada del dispositivo, adaptándose la forma de la sección de pared limitada por los orificios de salida del dispositivo a la colocación del dispositivo en el espacio, de manera que la dirección del fluido que se desplaza a lo largo de las secciones de pared hace posible obtener la distribución deseada.

45 En este proceso, la dirección del fluido que sale del dispositivo se controla por la forma de las secciones de pared deformadas que recorre el fluido. Las formas que son muy curvas de manera cóncava (cuando se observan desde el exterior de la tubería) promueven flujos en una dirección que forma un gran ángulo en relación con la dirección del flujo del fluido dentro de la tubería, es decir, grandes desviaciones del flujo. Además, la forma de las secciones de pared deformadas corriente abajo de los diversos orificios de salida también hace posible obtener, de una manera simple, la distribución del caudal de salida del fluido a través de estos mismos orificios. Por ejemplo, una forma más curva que coloca el borde del orificio más profundamente dentro de la tubería aumentará el caudal a través de este orificio. Esta distribución de caudal puede ser, según sea necesario, lo más homogénea posible o, por el contrario, favorecer el caudal a través de ciertos orificios de salida.

50 En una primera realización ventajosa del proceso de distribución de acuerdo con la invención, el fluido es un gas que se desea distribuir en el espacio. Este gas es ventajosamente NH₃. Esta realización es ventajosa para purificar gases de combustión que contienen óxidos de nitrógeno.

55 En una segunda realización ventajosa del proceso de distribución de acuerdo con la invención, el fluido es un gas, preferentemente aire, cargado con partículas sólidas.

60 En una primera variante de esta segunda realización, las partículas sólidas tienen un diámetro medio D₅₀ mayor que 100 µm, preferentemente mayor que 250 µm, en particular preferentemente mayor que 500 µm. Los diámetros se

miden preferentemente por difracción láser, por ejemplo, con un dispositivo SYMPATEC®. Se entiende que la expresión “diámetro medio” de partículas que tienen cualquier forma significa el diámetro medio de las esferas que tienen el mismo área de superficie exterior que las partículas. El diámetro D_{50} es un diámetro tal que el 50 % de las partículas tienen un tamaño inferior a dicho diámetro. En esta variante, las partículas de gran diámetro están bien distribuidas, mientras que, en los dispositivos conocidos, estas partículas tienden a no desviarse hacia los orificios de salida y a permanecer en el dispositivo.

En una segunda variante de la segunda realización, las partículas sólidas tienen un diámetro medio D_{50} de menos de 100 μm , ventajosamente menos de 50 μm , preferentemente menos de 10 μm , más específicamente menos de 1 μm . De hecho, las partículas finas tienen una mayor tendencia a formar aglomerantes. Tales polvos son, por lo tanto, difíciles de distribuir de manera controlada por los procesos conocidos antes de la invención, a la vez que evitan la aparición gradual de aglomerantes en el dispositivo. El proceso de acuerdo con la invención es especialmente adecuado para los mismos. En esta variante, es preferible moler el polvo durante la menor cantidad de tiempo posible antes de su distribución. Con este fin, se usan molinos *in situ*, conectados directamente al dispositivo de distribución. La corriente de gas, en este caso aire, se genera directamente en la salida del molino. Estas partículas sólidas comprenden, de manera especialmente ventajosa, bicarbonato de sodio, carbonato de sodio, cal, piedra caliza o trona. Se entiende que el término “trona” significa o la mena natural de sesquicarbonato sódico extraído en los yacimientos de Wyoming, EE. UU., que comprende impurezas, o el propio sesquicarbonato sódico.

En una tercera variante, que puede combinarse con las otras dos, las partículas sólidas tienen una distribución de diámetros que tiene una gran amplitud (también denominada a veces extensión). La amplitud se define como: $(D_{90}-D_{10})/D_{50}$. Se recomiendan amplitudes mayores que 2, ventajosamente mayores que 5, más específicamente mayores que 10. En esta variante, el fluido comprende tanto partículas muy finas como muy gruesas, dos dominios en los que el dispositivo es especialmente ventajoso.

En una tercera realización recomendada del proceso de distribución de acuerdo con la invención, el fluido es un líquido o un gas cargado con partículas líquidas. El líquido es ventajosamente agua de amoníaco. En este caso, esta realización también es adecuada para el tratamiento de gases de combustión que contienen óxidos de nitrógeno.

En estas tres realizaciones y sus variantes es ventajoso que las partículas comprendan una composición destinada al tratamiento de gases de combustión. La composición puede ser reactiva o simplemente absorber ciertos componentes dañinos de los gases de combustión.

La invención también se refiere a la fabricación del dispositivo de distribución de acuerdo con la reivindicación 7. De acuerdo con un proceso de fabricación muy ventajoso, al menos una hendidura se perfora en una tubería provista de al menos un orificio de entrada y se ejerce presión sobre la sección de la pared de tubería adyacente al borde descendente de la hendidura para deformar la sección de la pared con el fin de colocar el borde descendente dentro de la tubería. En una variante de este proceso, la hendidura se perfora sustancialmente en perpendicular a la longitud de la tubería. Se entiende que la expresión “sustancialmente en perpendicular” significa que la normal al plano de sección de la hendidura tiene un ángulo máximo de 15° con respecto a la dirección del vector de velocidad del fluido en el centro de la tubería y en el plano de sección. El borde descendente de la hendidura se define en relación con la dirección de flujo del fluido cuando el dispositivo está en servicio. En otra variante de este proceso, la normal al plano de sección de la hendidura tiene un ángulo relativo a la dirección opuesta del vector de velocidad del fluido en el centro de la tubería y en el plano de sección comprendido entre 15 y 60°, preferentemente entre 30 y 50°. En esta segunda variante, es posible tener una sección del borde del orificio relacionado localizada más corriente arriba, lo que en ciertas circunstancias permite un mejor control de la forma de la sección correspondiente de la pared. En otra variante más, el ángulo está comprendido entre 15 y 60°, preferentemente entre 30 y 50°, pero en relación con la dirección del vector de velocidad (no opuesto). Ventajosamente, la adición de las longitudes de los dos bordes de la hendidura debería ser aproximadamente igual al perímetro del orificio que desea hacerse, de esa manera, en la tubería. Esto se recomienda especialmente cuando la tubería está fabricada de un material metálico y cuando el proceso de fabricación se realiza sin calentamiento. En una realización preferida del proceso de fabricación, se usa un tubo fabricado de un material metálico y que tiene forma de cilindro de revolución. Cuando se ejerce una presión suficiente sobre la sección de pared a deformar, esta sección sufre a continuación un pandeo y se coloca en un paso con el fin de colocar el borde descendente del orificio dentro de la tubería.

En el proceso de fabricación de acuerdo con la invención, se recomienda que la presión se ejerza por medio de un artículo de forma convexa, de manera que la deformación de la pared adopte al menos parcialmente la forma externa del artículo. La forma del artículo, pero sobre todo sus dimensiones, debe determinarse en función de la deformación deseada. Se recomienda usar formas cónicas o esféricas. Las formas esféricas tienen preferentemente diámetros comprendidos entre el diámetro (equivalente) de la tubería y una décima parte de este diámetro. Es ventajoso colocar dentro del tubo una matriz cóncava, que tenga una forma cóncavamente correspondiente a la forma del artículo convexo, capaz de soportar la deformación de la pared de la tubería durante el proceso.

Los dispositivos y procesos de acuerdo con la invención son especialmente adecuados para distribuir polvos de reactivos en los gases de combustión a tratar.

Por lo tanto, la invención también se refiere a un proceso de tratamiento de gases de combustión, según el cual un dispositivo de acuerdo con la invención se coloca dentro de un conducto a través del cual se desplazan los gases de combustión a tratar, una corriente de gas cargada con partículas que comprende una composición destinada al tratamiento de gases de combustión se introduce en el orificio de entrada de la tubería con el fin de distribuir la corriente homogéneamente en el conducto, las partículas reaccionan con los gases de combustión con el fin de tratarlos y los gases de combustión purificados se someten, a continuación, a una filtración con el fin de separarse de las partículas. La reacción de las partículas se entiende en este caso en el sentido químico o físico (absorción). En este proceso de tratamiento de gases de combustión, se hace uso, preferentemente, de una composición que comprende carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, cal, piedra caliza o trona. Se prefiere trona o bicarbonato de sodio. También es ventajoso que los gases de combustión contengan compuestos ácidos que deben eliminarse, tales como ácido clorhídrico o fluorhídrico u óxidos de azufre.

En el caso de conductos que tienen grandes dimensiones y en comparación con técnicas de la técnica anterior que usan múltiples inyectores, la invención permite simplificar el dispositivo y reducir su coste. Por ejemplo, en el caso de una matriz de inyección de 6 x 5 (6 posiciones de inyección a lo largo del conducto a 5 profundidades de inyección), anteriormente se necesitaban 30 tubos de inyección. Este esquema de inyección ahora puede realizarse, por ejemplo, con 6 dispositivos, cada uno con 5 orificios. Si, en el dispositivo y en los procesos de acuerdo con la invención, se hacen múltiples orificios (digamos 3) en diferentes direcciones alrededor de la sección de la tubería, el número de dispositivos puede incluso reducirse aún más, por ejemplo a 2. Además de la reducción en los costes de construcción, la reducción en el número de dispositivos permite simplificar el control de los caudales en las diferentes tuberías, pero también simplificar el mantenimiento y la detección de incrustaciones.

Las particularidades y detalles de la invención surgirán a partir de la siguiente descripción de las figuras adjuntas. Los componentes que llevan las mismas referencias numeradas son equivalentes.

La figura 1 ilustra una realización específica de un dispositivo de acuerdo con la invención. Comprende una tubería cilíndrica 1 provista de un orificio de entrada 2 y tres orificios de salida indicados por 3, 3', 3''. Estos orificios de salida están delimitados por una sección 5 de su borde, colocada dentro de la tubería siguiendo la forma de las secciones correspondientes 4, 4' y 4'' de la pared. El dispositivo comprende una boquilla 6 provista de un orificio de salida 7.

La figura 2 ilustra una sección transversal del dispositivo de la figura 1. En la misma se representan la sección deformada 4 de la pared y la sección 5 del borde del orificio. La figura 2 ilustra la anchura L1 y la altura L2 del orificio de salida. La relación de aspecto es L1/L2.

Las figuras 3 y 4 ilustran dos tipos de orificios de salida en el extremo descendente de la tubería. Estos orificios se producen como una sola pieza con la tubería, sin requerir una boquilla separada.

La figura 5 ilustra un dispositivo que se ha fabricado mediante un proceso de acuerdo con la invención, usando un artículo convexo con una forma esférica, y en el que las secciones (4) tienen, en consecuencia, una forma esférica correspondiente.

La figura 6 ilustra un dispositivo que tiene dos conjuntos diferentes de 3 orificios.

Los siguientes ejemplos sirven para ilustrar la invención.

Ejemplo 1

El dispositivo representado en la figura 1 se produjo de la siguiente manera. Se tomó un cilindro de acero 1 que tenía una longitud de 2600 mm, un diámetro exterior de 80 mm y un espesor de 2 mm. Tres hendiduras que tenían una profundidad de 12 mm se cortaron en un plano perpendicular al eje del cilindro, a 450, 1300 y 2200 mm, respectivamente, de uno de sus extremos, que comprendía el orificio de entrada. El otro extremo del cilindro se deformó para dotarlo de una boquilla troncocónica que tenía un orificio de salida 7 con un diámetro de 40 mm. Las secciones de pared adyacentes a las hendiduras y corriente abajo de las mismas (en el lado del orificio de salida 7) se deformaron a continuación ejerciendo una presión sobre dichas secciones por medio de un cono de acero que tenía un diámetro de 70 mm y una altura de 80 mm. Esto dio como resultado las secciones de pared deformadas 4, 4' y 4''. Las dimensiones de L₁ y L₂ fueron 60 y 30 mm, respectivamente, dando como resultado un factor de forma de 2.

A continuación, este dispositivo se probó de la siguiente manera. Se introdujo aire comprimido en el orificio de entrada 2 en condiciones tales que la velocidad del aire, medida por un anemómetro de paletas de rotación compacto, en la entrada de la tubería 1 era sucesivamente igual a 20 y 30 m/s. A continuación, se midieron las velocidades del aire que salía de los orificios de salida 4, 4' y 4'' y 7. Los resultados están en la tabla 1. Ilustran la homogeneidad de la distribución de caudal de aire obtenida.

Tabla 1

Velocidad de entrada	Velocidad de salida 3 (m/s)	Velocidad de salida 3' (m/s)	Velocidad de salida 3'' (m/s)	Velocidad de salida 7 (m/s)
20,0 m/s	24,3	23,3	22,8	22,1
30,0 m/s	33,2	31,5	28,2	30,1

Ejemplo 2

5 El dispositivo representado en la figura 5 se produjo de manera similar. Se tomó un cilindro de acero que tenía una longitud de 2500 mm, un diámetro exterior de 168 mm y un espesor de 2,8 mm. Tres hendiduras que tenían una profundidad de 24 mm se cortaron en un plano perpendicular al eje del cilindro, a 450, 1200 y 1950 mm, respectivamente, de uno de sus extremos, que comprendía el orificio de entrada. El otro extremo del cilindro se deformó para dotarlo de una boquilla troncocónica que tenía una longitud de 200 mm y un orificio de salida 7 que tenía un diámetro de 75 mm. Las secciones de pared adyacentes a las hendiduras y corriente abajo de las mismas (en el lado del orificio de salida 7) se deformaron a continuación ejerciendo una presión sobre dichas secciones por medio de un cuarto de una esfera de acero que tenía un diámetro de 130 mm. Esto dio como resultado las secciones de pared deformadas 4, 4' y 4''. Las dimensiones de L_1 y L_2 fueron 115 y 59 mm, respectivamente, dando como resultado un factor de forma de 1,9.

Ejemplo 3

En el ejemplo 3, el dispositivo representado en la figura 6 se produjo adicionalmente de la siguiente manera. Se tomó un cilindro de acero que tenía una longitud de 2695 mm, un diámetro exterior de 88,9 mm y un espesor de 2,1 mm. Una primera serie de tres hendiduras que tenían una profundidad de 12 mm se cortaron en un plano perpendicular al eje del cilindro, a 774, 1622 y 2470 mm, respectivamente, desde uno de sus extremos, que comprendía el orificio de entrada. Una segunda serie de tres hendiduras que tenían una profundidad ligeramente inferior se cortaron de manera similar, a 350, 1198 y 2046 mm, respectivamente. El otro extremo del cilindro se deformó para dotarlo de una boquilla troncocónica 6 que tenía una longitud de 200 mm y un orificio de salida con un diámetro de 40 mm. Las secciones de pared adyacentes a las hendiduras y corriente abajo de las mismas (en el lado del orificio de salida) se deformaron a continuación ejerciendo una presión sobre dichas secciones por medio de un cuarto de una esfera de acero que tenía un diámetro de 70 mm. Esto dio como resultado las secciones de pared deformadas 4, 4' y 4'', etc. Los valores de L_1 y L_2 fueron 61 y 30 mm, respectivamente, para la primera serie de hendiduras, lo que dio como resultado un factor de forma de aproximadamente 2. Para la segunda serie de hendiduras, los valores de L_1 y L_2 fueron 53 y 21, dando como resultado un factor de forma de 2,5.

A continuación, este dispositivo se probó de la misma manera que el del ejemplo 1, excepto que las velocidades en la entrada de la tubería fueron sucesivamente iguales a 20, 30 y 40 m/s. A continuación, se midieron las velocidades del aire que salía de los orificios de salida. Los resultados están en la tabla 2.

Tabla 2

Velocidad de entrada (m/s)	Velocidad de salida 3 (m/s)	Velocidad de salida 3' (m/s)	Velocidad de salida 3'' (m/s)	Velocidad de salida 3''' (m/s)	Velocidad de salida 3 ^{iv} (m/s)	Velocidad de salida 3 ^v (m/s)
20	17,8	16,8	16,0	16,1	14,9	14,7
30	27,9	26,0	24,2	23,9	23,4	23,1
40	37,8	34,7	32,4	32,1	31,2	31,2

El porcentaje del flujo total que sale de cada orificio se representa en la figura 7.

Los ejemplos 1 a 3 muestran el control preciso del caudal fuera de los diferentes orificios que es posible lograr con el dispositivo de acuerdo con la invención.

Ejemplo 4

El dispositivo del ejemplo 1 se probó para la inyección de bicarbonato de sodio en el conducto de gases de combustión del horno de una central eléctrica de carbón, con el fin de mitigar su contenido de SO_2 . Después de la reacción del bicarbonato de sodio con el contaminante de SO_2 , se realizó la separación de partículas mediante un electro-filtro. Los gases de combustión tenían las siguientes propiedades:

- caudal medio de 250000 Nm³ seco/h (m³ normalizado: 0 °C, 1 atmósfera), con una humedad del 5 % vol. y un contenido de oxígeno del 6 %;
- temperatura media de gases de combustión de 180 °C;
- contenido de SO_2 : 800 mg/Nm³;
- contenido de polvo: 16 g/Nm³.

Se ha observado una eliminación del 68 % del SO₂. En comparación, cuando se inyectó el bicarbonato de sodio en la misma cantidad, en el mismo gas y condiciones de combustión, pero con un tubo convencional de la misma longitud y diámetro, que tenía solo un orificio en su extremo, el porcentaje de eliminación de SO₂ fue solo del 63 %.

5 Ejemplo 5

El dispositivo del ejemplo 2 se ha probado para la inyección de bicarbonato de sodio en el conducto de gases de combustión de otro horno de central eléctrica de carbón. Las propiedades de los gases de combustión y los resultados de la mitigación de SO₂ se muestran en la tabla 4.

10

Tabla 4

	Prueba con tubo cortado	Prueba con nuevo dispositivo	Unidades
Caudal de gases de combustión	88513	89965	Nm ³ seco/h
O ₂	7,77	10,39	% seco
SO ₂	1090	1075	mg/Nm ³ seco 6 % O ₂
SO ₂ eliminado	65 %	75 %	
Tasa de inyección de bicarbonato	3	1,3	RSR

La RSR (relación estequiométrica real) está definida por la fórmula:

15

$$RSR = (\text{Masa total de DSI} / \text{masa total de SO}_2 \text{ eliminado} / \text{ISR})$$

en la que

20

- la masa total de DSI es la masa total del sorbente seco inyectado;
- la masa total de SO₂ eliminado es la masa total de SO₂ eliminado por la inyección de sorbente seco (DSI);
- ISR es la relación estequiométrica ideal (si se elimina SO₂ con bicarbonato de sodio, ISR = 2,625 toneladas/tonelada de SO₂).

25

Este ejemplo muestra que usando el dispositivo de acuerdo con la invención, es posible mejorar la eliminación de SO₂ y al mismo tiempo reducir en un factor de 3 la cantidad de bicarbonato de sodio que se inyecta, gracias a la mejor homogeneidad de su distribución en los gases de combustión.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para distribuir un fluido de manera controlada, en particular para distribuir un gas cargado con partículas, comprendiendo el dispositivo una tubería (1) que tiene una forma cilíndrica que está compuesta de una pieza y provista de al menos un orificio de entrada (2) y con una serie de orificios de salida (3) extendidos a lo largo de la tubería (1) y colocados en la pared lateral de esta tubería, caracterizado por que la tubería tiene un extremo descendente abierto, que actúa como un orificio de salida complementario (7) cuyo diámetro es menor que el diámetro de la tubería, y caracterizado por que las secciones deformadas (4) de la pared de la tubería, localizadas corriente abajo de todos los orificios de salida (3) colocados en la pared lateral de la tubería (1) y limitados por una sección (5) del borde de estos orificios (3), tienen una forma cóncava, de tal manera que esta sección (5) del borde de estos orificios (3) se coloca dentro de la tubería (1) de manera que, cuando el dispositivo está en servicio, la dirección de flujo del fluido que sale de estos orificios (3) y que se desplaza a lo largo de dichas secciones de pared (4), se controla por la forma de estas últimas secciones.
- 10
- 15 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un extremo de la tubería comprende un orificio de entrada (2) y el extremo descendente de la tubería está provisto de una boquilla (6) que comprende el orificio de salida (7).
- 20 3. Proceso para distribuir un fluido en un espacio de manera controlada, en el que el dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2 se coloca en dicho espacio y un fluido, preferentemente un gas cargado con partículas, se introduce en al menos un orificio de entrada (2) del dispositivo, estando la forma cóncava de las secciones de pared deformadas (4) limitadas por los orificios de salida del dispositivo adaptada para la colocación del dispositivo en el espacio, de manera que la dirección del fluido que se desplaza a lo largo de las secciones de pared hace posible obtener la distribución deseada.
- 25
4. Proceso de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que el gas fluido se carga con partículas sólidas que tienen un diámetro medio D_{50} superior a 100 μm .
- 30 5. Proceso de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el fluido es un gas cargado con partículas sólidas que tienen un diámetro medio D_{50} inferior a 50 μm .
6. Proceso de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que las partículas sólidas comprenden una composición destinada al tratamiento de gases de combustión.
- 35 7. Proceso para fabricar un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, de acuerdo con el cual se perfora al menos una hendidura sustancialmente en perpendicular a la longitud de una tubería provista de al menos un orificio de entrada y se ejerce presión sobre la sección de la pared de tubería adyacente al borde descendente de la hendidura para deformar la sección de la pared con el fin de colocar el borde descendente dentro de la tubería.
- 40 8. Proceso de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que la presión se ejerce por medio de un artículo de forma convexa, de manera que la deformación de la pared adopta al menos parcialmente la forma externa del artículo.
- 45 9. Proceso de tratamiento de gases de combustión, de acuerdo con el cual un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2 se coloca dentro de un canal de humos a través del que se desplazan los gases de combustión a tratar, una corriente de gas cargada con partículas reactivas se introduce en el orificio de entrada de la tubería con el fin de distribuirla homogéneamente en el canal de humos, las partículas reaccionan con los gases de combustión con el fin de tratarlos y, a continuación, los gases de combustión tratados se someten a una filtración con el fin de separarlos de las partículas.
- 50 10. Proceso de tratamiento de gases de combustión de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que el reactivo comprende bicarbonato de sodio o trona.

Fig. 1

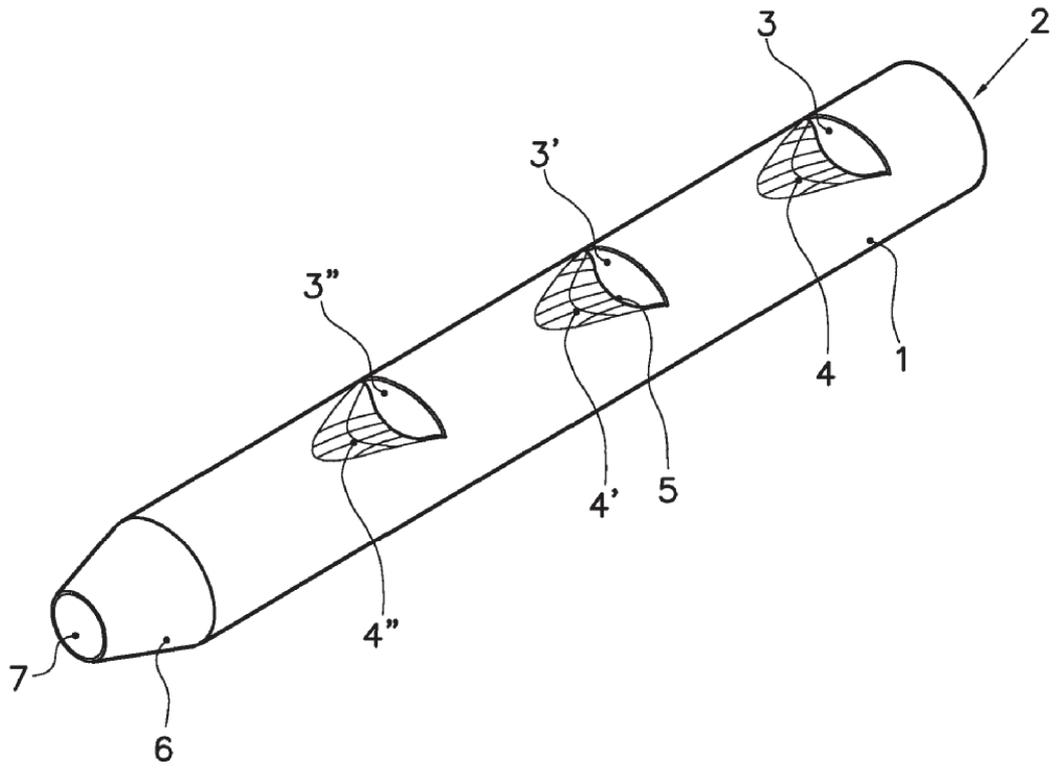


Fig. 2

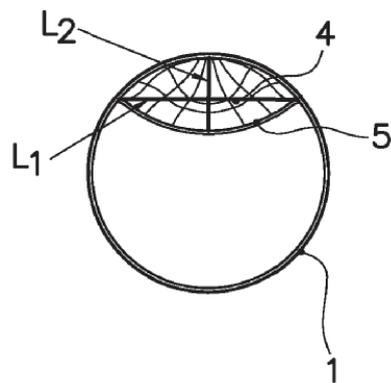


Fig. 3

Fig. 3a

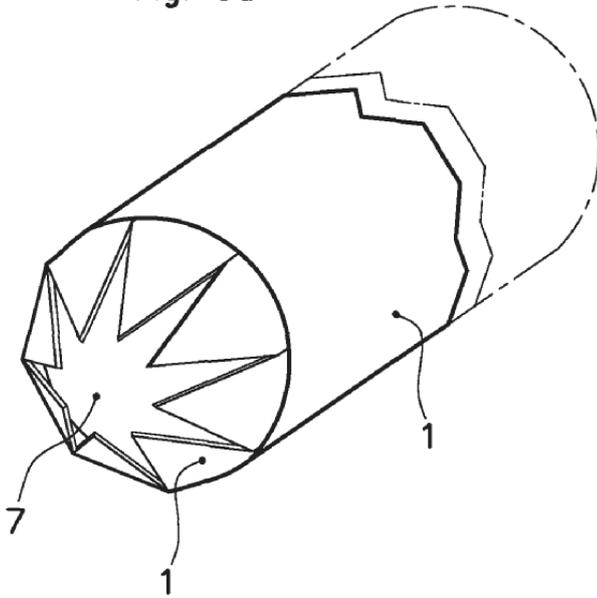


Fig. 3b

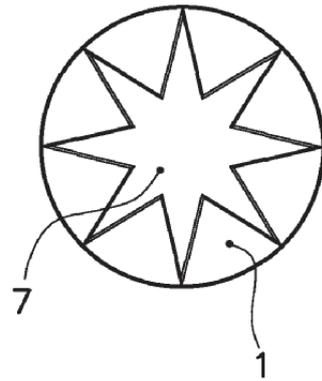


Fig. 4

Fig. 4a

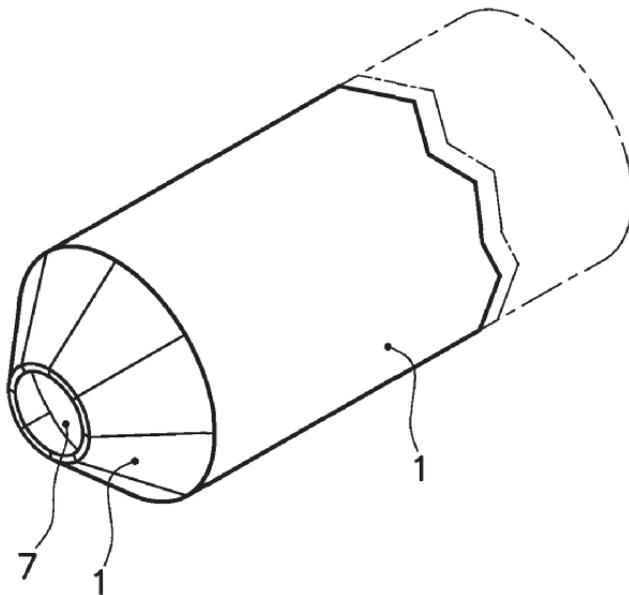


Fig. 4b

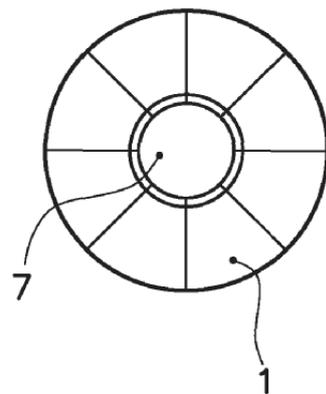


Fig. 5

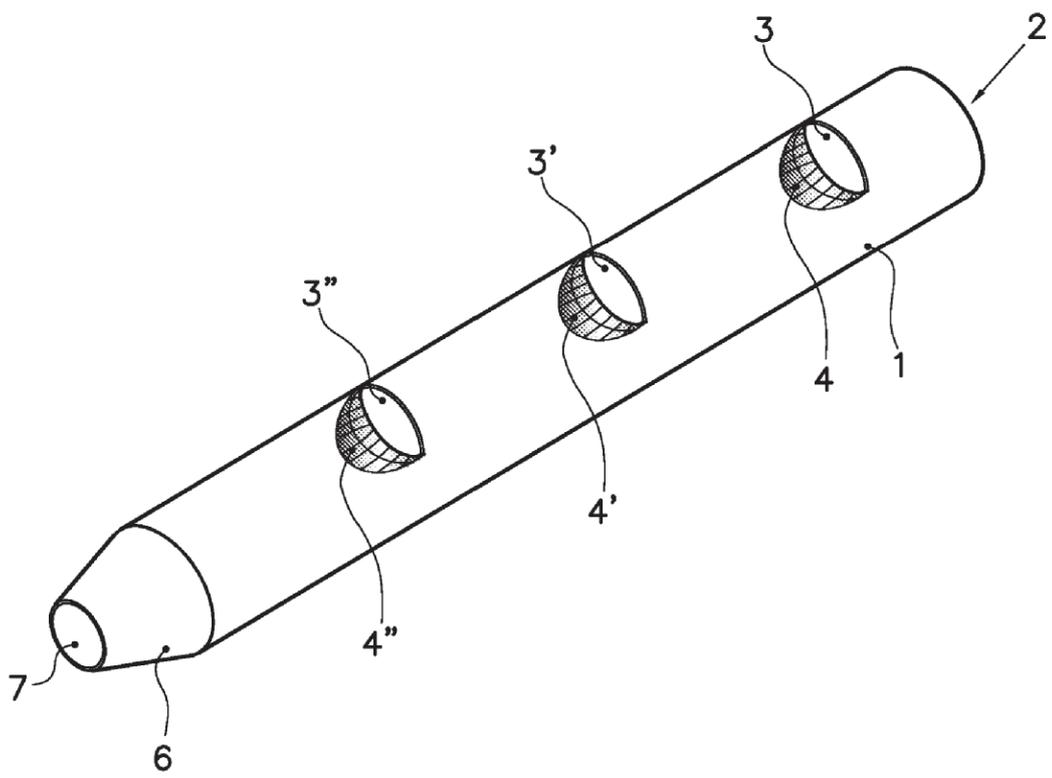


Fig. 6

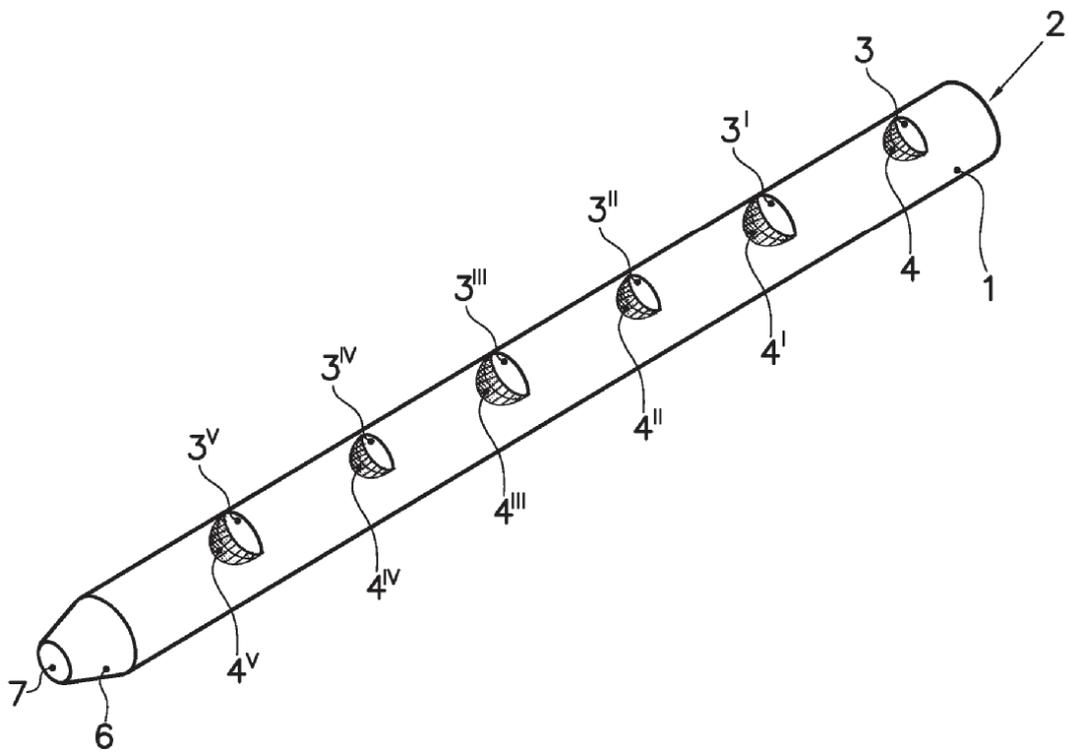


Fig. 7

