



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11) Número de publicación: **2 273 922**

51) Int. Cl.:  
**F01N 3/28** (2006.01)  
**B01J 35/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86) Número de solicitud europea: **01996674 .6**  
86) Fecha de presentación : **17.11.2001**  
87) Número de publicación de la solicitud: **1336034**  
87) Fecha de publicación de la solicitud: **20.08.2003**

54) Título: **Dispositivo y procedimiento para el tratamiento posterior de gases de escape procedentes de máquinas de combustión interna.**

30) Prioridad: **18.11.2000 DE 100 58 580**

45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.05.2007**

45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.05.2007**

73) Titular/es: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**  
**Hansastraße 27C**  
**80686 München, DE**  
**Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH) y**  
**Glatt Systemtechnik Dresden GmbH**

72) Inventor/es: **Stephani, Günter;**  
**Andersen, Olaf;**  
**Zikoridse, Gennadi;**  
**Bach, Ernstwendelin y**  
**Bretschneider, Frank**

74) Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 273 922 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 procedimiento para el tratamiento posterior de gases de escape procedentes de máquinas de combustión interna.

La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para el tratamiento posterior de gases de escape procedentes de máquinas de combustión interna y, en este caso, se refiere especialmente al tratamiento posterior de gases de escape de motores de combustión interna.

A este respecto existe la posibilidad, en diferentes modificaciones alternativas, de realizar un tratamiento catalítico posterior y/o un filtrado de las partículas contenidas en la corriente de gases de escape de forma aislada o combinada.

Se conocen diferentes posibilidades para el tratamiento posterior de gases de escape de gases de escape procedentes de máquinas de combustión interna. A este respecto, se disponen elementos adicionales tales como catalizadores o filtros de partículas en un tubo de gases de escape y los gases de escape que han de tratarse se conducen a través de estos elementos o se hacen pasar por éstos para transformar componentes dañinos en componentes no dañinos y retener partículas, especialmente hollín, que se producen durante la combustión en motores diésel.

Para el tratamiento catalítico posterior de gases de escape es habitual hasta el momento integrar un denominado "catalizador" en el tubo de gases de escape, utilizándose un objeto que ha de dotarse o revestirse de fábrica con materiales catalíticamente activos tales como, por ejemplo, platino, rodio y paladio, en una superficie relativamente grande que ya se ha aumentado mediante un recubrimiento conocido por sí mismo.

No obstante, para la acción catalítica es necesaria una temperatura mínima que en los sistemas convencionales puede alcanzarse con determinados regímenes de funcionamiento dado que en la fase inicial de un motor de combustión interna el aumento de temperatura necesario sólo se produce gracias al gas de escape que sale. A causa del recubrimiento que amplía la superficie efectiva necesario hasta el momento debe evitarse un sobrecalentamiento dado que estas capas, al superar determinadas temperaturas, pueden descomponerse o desprenderse y, como consecuencia, un catalizador de este tipo no puede disponerse directamente junto a la salida de los gases de escape de un motor de combustión interna.

Para el filtrado de partículas y, en este caso especialmente de partículas de hollín procedentes de los gases de escape de motores de combustión interna, se conocen los más diversos sistemas de filtrado en los que se emplean tanto materiales metálicos, como también materiales de cerámica. Debido a la deposición de partículas de hollín en los filtros conocidos, hasta el momento es necesario realizar una denominada "regeneración" con intervalos de tiempo más o menos regulares para evitar un gran atasco del filtro y, como consecuencia, también un aumento de la presión dinámica. Para una regeneración de este tipo normalmente se inicia una combustión del hollín separado en el filtro, para lo cual es necesario un suministro de energía, lo que conduce naturalmente a una reducción del rendimiento, independientemente de si se inicia un calentamiento eléctrico o si la combustión necesaria se inicia alimentando hidrocarburos combustibles.

En especial mediante el filtro de partículas convencional se ejerce influencia en las condiciones de flujo en la corriente de gases de escape en función del estado de carga del material del filtro, de manera que en muchos periodos de funcionamiento no pueden mantenerse condiciones de combustión óptimas debido a la presión opuesta de los gases de escape.

Además, los sistemas convencionales tienen elevados costes tanto en la fabricación, como también en el funcionamiento. Asimismo, del documento DE3436443A1 se conoce un catalizador de gases de escape con paquete de esferas.

En el documento US4.106.913 se describe un catalizador de gases de escape con soportes del catalizador que deben fabricarse por sinterizado.

La solución descrita en el documento GB2259461A se refiere a catalizadores de gases de escape con esferas de óxido de aluminio.

Del documento EP0142722A2 se conoce el empleo de un paquete de esferas o cuerpos esféricos de un material de cerámica para el empleo en catalizadores de gases de escape.

El documento DE4234436A1 se refiere a un catalizador montado posteriormente con un relleno de esferas de cerámica.

Del documento JP5843111 se conoce un filtro de partículas para motores diésel en el que el gas de escape debe conducirse a través de fibras metálicas, a continuación de esto, a través de una capa catalítica y, después, nuevamente a través de fibras metálicas.

Por tanto, el objetivo de la invención es proponer un dispositivo y un procedimiento para el tratamiento posterior de gases de escape que puedan construirse de forma sencilla y económica y que influyan de forma menos desventajosa sobre las condiciones de flujo en la corriente de gases de escape.

Según la invención, este objetivo se alcanza con un dispositivo según la reivindicación 1 y un procedimiento que presenta las características de la reivindicación 15. Con las características citadas en las reivindicaciones subordinadas pueden conseguirse configuraciones y variantes ventajosas de la invención.

El dispositivo según la invención para el tratamiento posterior de gases de escape de máquinas de combustión interna utiliza al menos una zona dispuesta en la corriente de gases de escape que está rellena con esferas huecas y por la que circula gas de escape a través de los espacios intermedios de las esferas huecas, pudiendo mantenerse condiciones de flujo óptimas gracias a la conducción relativamente homogénea de la corriente. Estas condiciones de flujo repercuten de forma especialmente ventajosa en una aglomeración de partículas, y los aglomerados formados pueden separarse entonces del gas de escape de forma más favorable en elementos de filtrado dispuestos a continuación, proporcionándose además una protección frente a impactos de presión del gas de escape para estos elementos de filtrado u otros elementos.

Las condiciones de flujo y condiciones de presión en el conducto de gases de escape pueden calcularse de forma relativamente sencilla para una zona de este tipo rellena con esferas huecas y pueden optimizarse en relación con la máquina de combustión interna correspondiente de manera que la combustión no se vea influenciada de forma desventajosa por condiciones de presión dinámica desfavorables en la corriente de gas de escape.

De forma especialmente ventajosa, pueden em-

pllearse esferas huecas que, por una parte, garanticen una considerable reducción de la masa y, por otra parte, puedan reducir la emisión de ruidos.

Además, de forma relativamente sencilla puede ajustarse una determinada porosidad de las superficies de las esferas, y también de los espacios entre las esferas, con lo que pueden ampliarse las superficies y también puede ejercerse una influencia positiva sobre las propiedades de las superficies relativas a la mecánica de fluidos para configurar de forma más efectiva el tratamiento posterior de los gases de escape.

Una zona rellena con esferas o esferas huecas puede disponerse en el conducto de gases de escape, sujetándose las esferas, por ejemplo, con tamices metálicos cuyo ancho de malla debe ser naturalmente menor que el diámetro mínimo de las esferas, visto en el sentido del flujo, siendo posible en principio prácticamente cualquier disposición en el conducto de gases de escape, no obstante, debiendo disponerse una superficie de este tipo en todo caso delante, en el sentido del flujo de los gases de escape, de un filtro de partículas que vaya a utilizarse dado el caso.

Sin embargo, una zona rellena con esferas también puede estar dispuesta de forma ventajosa directamente junto a la máquina de combustión interna, en sus salidas de gases de escape, por ejemplo, directamente en un colector de escape, pudiendo estar dispuestas también varias de estas superficies en conductos de gases de escape individuales de un colector de gases de escape de este tipo.

Las esferas deberían estar hechas de un material térmicamente estable de forma correspondiente, pudiendo emplearse de forma preferida metales debido a sus buenas propiedades de conductividad térmica.

Las esferas usadas pueden presentarse como relleno suelto en la zona correspondiente, rellenándola casi por completo en la medida de lo posible. No obstante, también existe la posibilidad de fabricar mediante un tratamiento térmico un compuesto sinterizado puntual de esferas contiguas.

En una zona común pueden emplearse también esferas de diferentes diámetros exteriores. Sin embargo, se muestra favorable emplear varias zonas rellenas de esferas en una disposición en serie, estando contenidas en las zonas individuales esferas con diámetros exteriores prácticamente iguales que pueden aumentar o reducirse de forma gradual en el sentido del flujo del gas de escape.

No obstante, en todos los casos las esferas forman una estructura autoportante de manera que, aparte del sinterizado realizado dado el caso, no son necesarias medidas adicionales para aumentar la resistencia y la estabilidad.

La zona rellena de esferas puede estar rodeada de un elemento de carcasa hasta aberturas a través de las cuales puede entrar o salir el gas de escape, pudiendo emplearse los más diversos materiales con resistencia y estabilidad térmica suficientes. Si, por ejemplo, se utiliza una carcasa metálica, se proporciona también una evacuación térmica suficiente, de manera que, en combinación con las esferas metálicas, pueden aprovecharse también las buenas propiedades de conductividad térmica.

Las esferas o esferas huecas usadas pueden estar dotadas o revestidas, al menos en su superficie, con materiales catalíticamente activos conocidos por sí mismos, de manera que es posible un tratamiento catalítico posterior del gas de escape.

Gracias a la disposición posible ya citada de una zona rellena con esferas directamente junto a las salidas de gases de escape de una máquina de combustión interna se consiguen las temperaturas necesarias para la acción catalítica de forma más rápida que en los sistemas convencionales. Además, el comportamiento de respuesta puede mejorarse gracias a la capacidad térmica relativamente reducida, especialmente en caso de usar esferas metálicas huecas.

La carcasa en la que está dispuesta la zona rellena con esferas debería presentar una sección transversal libre mayor que las partes del tubo de gases de escape dispuesta antes y después en el sentido del flujo para garantizar condiciones de flujo favorables para el gas de escape y un aumento de presión relativamente reducido delante de la zona rellena con esferas.

Los diámetros de las esferas pueden elegirse en el intervalo entre 1 y 10 mm, pudiendo elegirse grosores de pared de las esferas huecas entre 0,03 y 1 mm. La porosidad de la estructura de esferas puede situarse entre 70 y 97%.

Además de la influencia ejercida en las condiciones de presión de la corriente de gas de escape, resulta ventajoso que el flujo de gas de escape a continuación de la zona rellena de esferas sea en gran medida laminar, lo cual puede repercutir de forma ventajosa especialmente en una unidad subsiguiente para la filtración de partículas.

Por tanto, a continuación, en el sentido de flujo del gas de escape, puede disponerse otro elemento catalíticamente activo, pero también un filtro de partículas ya mencionado.

Un filtro de partículas especialmente ventajoso utiliza fibras metálicas con una porosidad o distribución del tamaño de los poros que puede seleccionarse o ajustarse, a través de las que se conducen los gases de escape, especialmente de motores diésel, para la filtración/separación de las partículas. La distribución de los tamaños de los poros puede situarse en el intervalo de 1 a 500  $\mu\text{m}$ .

Los aglomerados de partículas formados al pasar a través de la zona rellena con esferas pueden retenerse de forma eficaz con una estructura de fibras metálicas de este tipo y pueden emitirse al entorno gases de escape casi totalmente libres de partículas.

Una zona de este tipo rellena de fibras metálicas también es térmicamente estable, de manera que también es posible disponerla junto a las máquinas de combustión interna y también en esta zona se presentan temperaturas del gas de escape que son suficientes para producir una regeneración autónoma, y no es necesario un aporte de energía adicional para la combustión de las partículas de hollín.

De forma muy especialmente ventajosa puede elegirse una estructura gradual para un filtro de partículas de este tipo, es decir, se disponen unas tras otras varias zonas parciales en el sentido del flujo de los gases de escape que presentan en cada caso diferentes porosidades y/o distribución del tamaño de los poros, en las que, en la medida de lo posible, el tamaño de los poros del filtro se reduce. Esto es posible gracias a una selección correspondiente de las fibras metálicas y/o a un empaquetado más o menos compacto de forma correspondiente de las fibras metálicas.

La zona rellena con fibras metálicas y también las zonas parciales ya citadas de un filtro de partículas gradual también pueden estar rodeadas por tamices metálicos y la parte restante estar rodeada por una car-

casa cerrada hecha preferentemente de un metal. Las superficies de sección transversal de la salida de las zonas rellenas con esferas y las de la entrada en las zonas rellenas con fibras metálicas deberían estar diseñadas iguales y de igual tamaño.

Las fibras metálicas pueden formar una estructura sinterizada autoportante.

La porosidad de las estructuras de fibras metálicas utilizadas puede elegirse o ajustarse también en el intervalo entre 70 a 95% y pueden emplearse diámetros de las fibras metálicas en el intervalo entre 0,005 y 0,25 mm.

Tanto las fibras metálicas, como también las esferas o esferas huecas pueden estar hechas de forma ventajosa de aceros al cromo y níquel, aleaciones con base de níquel, aleaciones de hierro, cromo y aluminio y aluminuros. Naturalmente, también pueden emplearse otros metales o aleaciones.

Asimismo, las fibras metálicas, tal como ya se ha citado para las esferas o esferas huecas, pueden estar dotadas o recubiertas de materiales catalíticamente activos, de manera que no sólo puede conseguirse una separación de las partículas, sino también un tratamiento catalítico posterior del gas de escape.

Asimismo, las zonas que contienen fibras metálicas presentan una masa relativamente reducida y forman una estructura autoportante. Gracias a la alta porosidad posible puede conseguirse una tasa de deposición correspondientemente alta.

Además, se reduce adicionalmente la emisión de ruidos y, gracias a la buena conductividad térmica de las fibras metálicas en combinación con la reducida capacidad de absorción térmica, se proporciona también un buen comportamiento de respuesta tanto durante el tratamiento catalítico posterior, como también en la retrodepuración (regeneración) espontánea.

Los materiales citados explícitamente no sólo son suficientemente resistentes, estables y térmicamente consistentes, sino también son en gran medida resistentes a la corrosión, de manera que puede garantizarse una larga vida útil.

No es necesaria una disposición paralela redundante, tal como se usa hasta el momento en algunos sistemas conocidos de filtros de partículas, dado que ya no tiene que observarse ninguna pausa para una regeneración de los filtros de partículas habitual hasta el momento.

Tanto las esferas huecas, como también las fibras metálicas presentan de fábrica una porosidad correspondientemente alta, de manera que ya no es necesario un revestimiento adicional que aumente las superficies y pueden eliminarse las desventajas ya citadas a este respecto.

A continuación, se explicará detalladamente la invención a título de ejemplo.

Muestran:

la figura 1, de forma esquemática, una estructura de un ejemplo de un dispositivo según la invención;

la figura 2, una zona dividida en varias zonas parciales para la separación de partículas que están rellenas de fibras metálicas.

En el ejemplo mostrado en la figura 1 de un dispositivo según la invención para el tratamiento posterior de gases de escape de máquinas de combustión interna, se conduce el gas de escape sin tratar y sin depurar, a través de una tubuladura 1 de entrada de gas, a una carcasa 2 metálica. A este respecto se amplía la sección transversal libre de la carcasa 2.

En la carcasa 2 está configurada una zona 3 rellena con esferas metálicas huecas hechas de un acero de cromo y níquel. Las esferas metálicas huecas se mantienen dentro de la carcasa 2 con tamices metálicos de ancho de malla relativamente grande, que, sin embargo, es menor que el diámetro mínimo de las esferas, y pueden estar configuradas como relleno suelto, pero también de forma sinterizada como estructura autoportante.

El gas de escape conducido a través de la zona 3 rellena con esferas huecas puede tratarse posteriormente de forma catalítica si las superficies de las esferas huecas están dotadas o revestidas con un material adecuado catalíticamente activo.

No obstante, en todo caso se ejerce influencia sobre la corriente de gas de escape de modo que las partículas eventualmente contenidas se aglomeran, y los aglomerados formados se separan de la corriente de gas de escape en la zona 5 subsiguiente en el sentido de flujo del gas de escape y rellena con fibras metálicas y se retienen, de manera que el gas de escape puede evacuarse de la tubuladura 6 de salida en gran medida libre de partículas y sustancias dañinas.

En el ejemplo mostrado en la figura 1 de un dispositivo según la invención, entre la zona 3 rellena con esferas huecas y la zona 5 rellena con fibras metálicas está configurado un espacio 4 hueco a través del cual puede entrar la corriente de gas de escape, en gran medida laminar, en la zona 5 rellena con fibras metálicas.

En el caso del ejemplo aquí mostrado, se usa una estructura gradual de una zona 5 rellena con fibras metálicas en la que, como puede observarse más claramente en la figura 2, se ha elegido una graduación triple.

Por tanto, el gas de escape que eventualmente contiene partículas entra desde la zona 3 rellena con esferas huecas a una zona 5' parcial como filtro de depuración basta. En esta zona 5' parcial se han elegido las fibras metálicas de tal manera que presentan una porosidad de 90 a 95%, así como un tamaño de poro de 100 a 200  $\mu\text{m}$ .

A continuación, está dispuesta en el centro una segunda zona 5'' parcial que está separada de la primera zona 5' parcial adecuadamente de forma permeable al gas de escape. Esta zona 5'' parcial presenta una porosidad en el intervalo entre 80 y 90% con un tamaño del poro entre 50 y 100  $\mu\text{m}$  y garantiza una separación más fina de las partículas más pequeñas.

En el sentido de la salida 6 del gas sigue una tercera zona 5''' parcial, también rellena con fibras metálicas, cuya porosidad se ha ajustado entre 60 y 70% y el tamaño de poro < 50  $\mu\text{m}$ , de manera que aquí tiene lugar un filtrado muy fino.

Naturalmente, también puede elegirse una graduación más fina con más de las tres zonas 5', 5'', 5''' parciales mostradas.

En todas, pero también solamente en una o dos zonas 5', 5'' ó 5''' parciales pueden emplearse fibras metálicas dotadas o recubiertas de forma catalítica para realizar un tratamiento posterior catalítico adicional.

El dispositivo según la invención puede estar configurado de forma relativamente variable y, por ejemplo, la zona 3 rellena con esferas huecas puede emplearse solamente para ejercer influencia en la corriente de gas de escape y/o para la aglomeración de partículas favorable para la separación, y el trata-

miento catalítico posterior puede ser una posibilidad opcional.

Algo similar sucede con las zonas 5 rellenas con fibras metálicas que únicamente pueden utilizarse para la separación de partículas de la corriente de gas de escape, pero también puede proporcionarse de forma opcional un tratamiento catalítico posterior.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Asimismo, para la carcasa 2 puede emplearse el mismo material que se ha utilizado también para las esferas huecas y las fibras metálicas, de manera que no son de notar diferencias de potenciales electroquímicos y también están presentes las propiedades citadas en la parte general de la descripción.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el tratamiento posterior de gases de escape de máquinas de combustión interna en el que la corriente de gas de escape se conduce a través de una zona (3) rellena con esferas huecas y, a continuación, a través de una zona (5) rellena de fibras metálicas, como filtro de partículas.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque las esferas huecas están hechas de metal.

3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque las esferas huecas son porosas.

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque los diámetros de las esferas se reducen en el sentido del flujo del gas de escape.

5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque las esferas huecas están sinterizadas unas con otras de forma puntual.

6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque la zona (5) rellena con fibras metálicas está dividida en al menos dos zonas parciales en forma de capa con diferente porosidad y/o distribución del tamaño del poro en el sentido de la corriente del flujo del gas de escape.

7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque la porosidad se reduce en el sentido del flujo del gas de escape.

8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque se observan porosidades en el intervalo entre 70 y 95%.

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque la superficie de las esferas huecas y/o fibras metálicas está dotada o revestida con material catalíticamente activo.

10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque la zona (3) rellena con esferas huecas está dispuesta cerca de la salida de gases de escape de una máquina de combustión interna.

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones

1 a 10, **caracterizado** porque la zona (3) rellena con esferas huecas está dispuesta en el colector de gases de escape de una máquina de combustión interna.

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque entre la zona (3) rellena con esferas huecas y la zona (5) rellena con fibras metálicas existe un espacio (4) hueco.

13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque la sección transversal libre a través de la cual se conduce el gas de escape a través de las zonas (3, 4, 5) está ampliada en comparación con el tubo de gases de escape.

14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque las esferas huecas y las fibras metálicas están hechas de una aleación de hierro, cromo y níquel, una aleación con base de níquel, una aleación de hierro, cromo y aluminio o aluminio, o una combinación de éstos.

15. Procedimiento para el tratamiento posterior de gases de escape de una máquina de combustión interna, en el que el gas de escape se conduce a través de una zona (3) rellena con esferas huecas para ejercer influencia en la corriente del gas de escape, en la aglomeración de partículas y/o en el tratamiento catalítico posterior del gas de escape, y, a continuación de la zona (3) rellena con esferas huecas, el gas de escape se conduce a través de una zona (5) rellena con fibras metálicas para el filtrado de partículas del gas de escape y/o para el tratamiento catalítico posterior del gas de escape.

16. Procedimiento según la reivindicación 15, **caracterizado** porque, al pasar por la zona (3) rellena con esferas huecas, las partículas aglomeradas en la zona (4) rellena con fibras metálicas se separan de la corriente del gas de escape.

17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 15 ó 16, **caracterizado** porque en la zona (5) rellena de fibras metálicas que está dividida en zonas (5', 5'', 5''') parciales de diferente porosidad se filtran partículas de forma gradual.

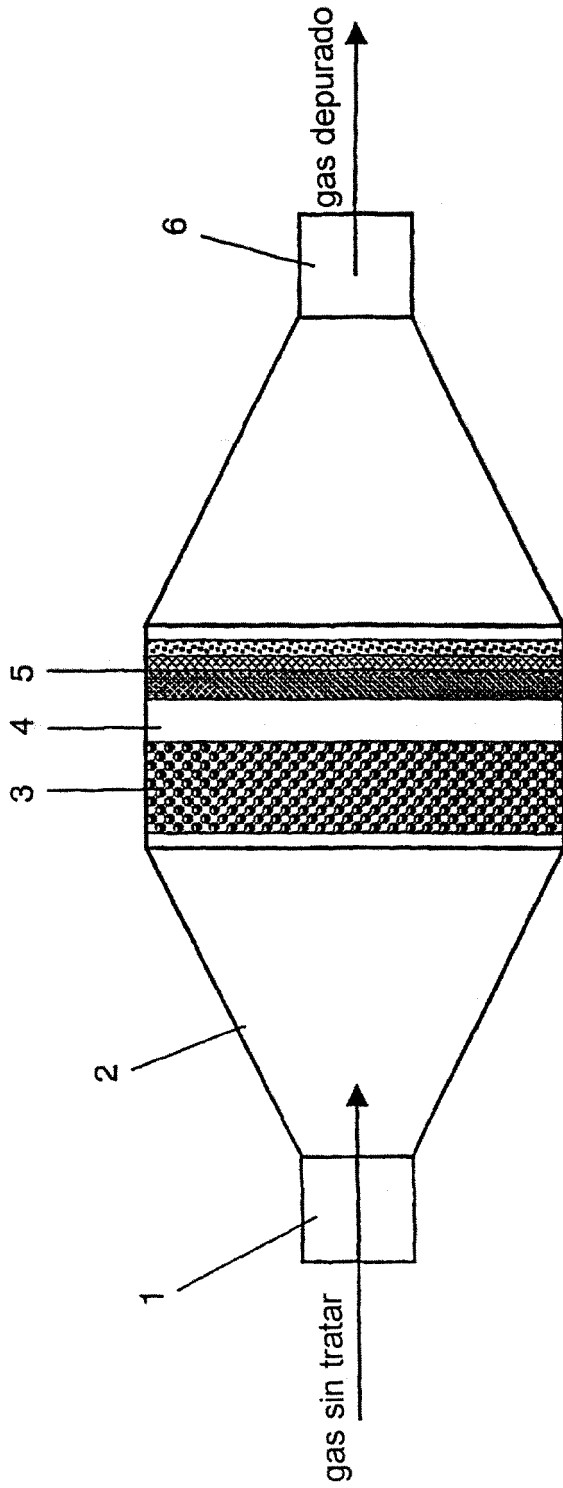
45

50

55

60

65



**Fig. 1**

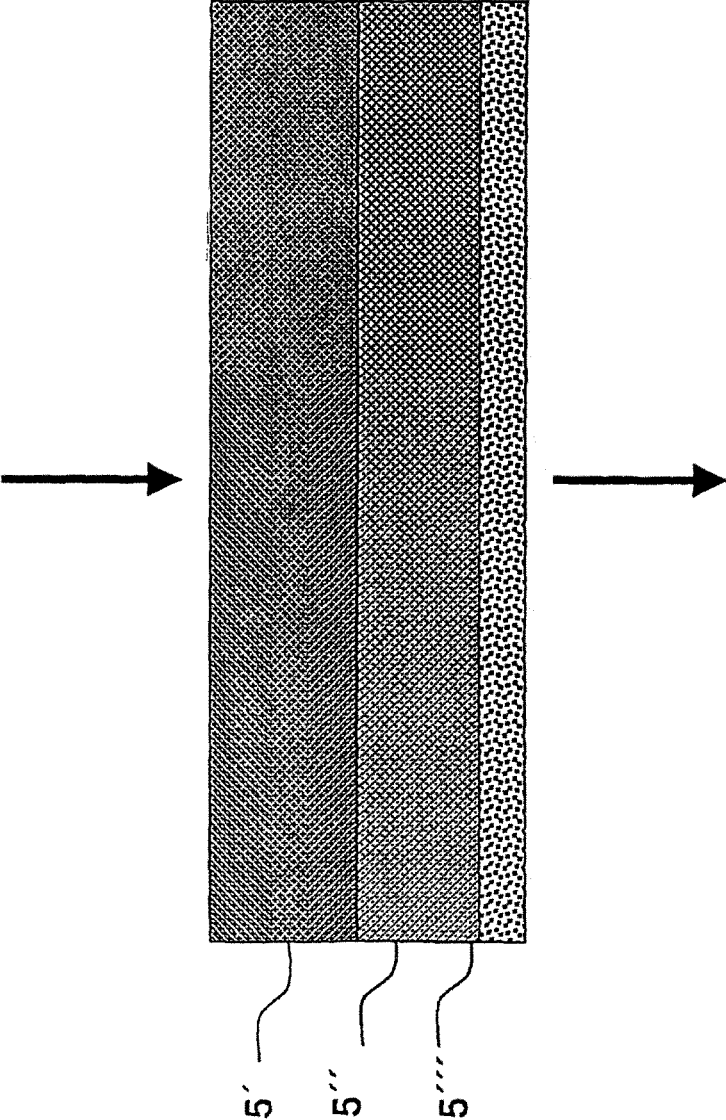


Fig. 2