

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 136**

51 Int. Cl.:  
**B01D 53/94** (2006.01)  
**F01N 3/022** (2006.01)  
**F01N 3/035** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03779864 .2**  
96 Fecha de presentación: **07.11.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1567247**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.08.2005**

54 Título: **Trampa de partículas con capa de fibras revestida**

30 Prioridad:  
**05.12.2002 DE 10257113**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**09.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**09.10.2012**

73 Titular/es:  
**EMITEC GESELLSCHAFT FÜR  
EMISSIONSTECHNOLOGIE MBH  
HAUPTSTRASSE 150  
53797 LOHMAR, DE**

72 Inventor/es:  
**BRÜCK, Rolf**

74 Agente/Representante:  
**Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 388 136 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

Trampa de partículas con capa de fibras revestida

- 5 La invención se refiere a una trampa de partículas para la purificación de gases de escape de motores de combustión interna móviles con una capa de fibras resistente a alta temperatura.

10 Si se contempla la purificación de gases de escape, en particular de motores Diesel, entonces se pueden oxidar de manera conocida hidrocarburos (HC) al igual que monóxido de carbono (CO) en el gas de escape, al poner en contacto a éstos, por ejemplo, con componentes que eventualmente presentan una superficie catalíticamente activa. La reducción de óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) en condiciones ricas en oxígeno es, no obstante, más difícil. Un catalizador de tres vías tal como se emplea, por ejemplo, en el caso de motores Otto, no proporciona por sí solo para motores Diesel los efectos deseados. Por este motivo se desarrolló, por ejemplo, el procedimiento de la reducción catalítica selectiva (SCR: "selective catalytic reduction").

15 Además, catalizadores acumuladores se examinaron en cuanto a su empleo en relación con la reducción de óxido de nitrógeno. El revestimiento de un catalizador acumulador contiene, aparte de los componentes de metales nobles habituales, además carbonato u óxido de bario. Con ello, es posible que en el caso de un exceso de oxígeno el  $\text{NO}_x$  pueda ser acumulado. En los componentes de metales nobles, el monóxido de nitrógeno (NO) procedente del gas de escape es oxidado en dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ). Éste se acumula luego, bajo formación de nitrato de bario, sobre el catalizador. En el caso de esta acumulación se forma sobre el grano de bario una capa de nitrato que ralentiza la acumulación, dado que el  $\text{NO}_2$  debe penetrar a través de esta capa para una acumulación ulterior. Dado que la capacidad de acumulación está por lo tanto delimitada, el catalizador debe ser regenerado a intervalos regulares. Esto sucede, por ejemplo, mediante un breve engrasamiento del gas de escape, es decir, mediante un breve período con condiciones sub-estequiométricas. En atmósfera reducida, el nitrato se transforma de nuevo en (p. ej.) carbonato y se libera monóxido de nitrógeno. Éste se reduce inmediatamente en nitrógeno. Dado que la regeneración discurre de forma más rápida que la acumulación, los períodos de regeneración pueden ser esencialmente más cortos que los períodos de acumulación.

30 Para la reducción de emisiones de partículas son conocidas trampas de partículas las cuales están constituidas por un sustrato de material cerámico. Estas trampas presentan canales, de modo que el gas de escape a purificar puede fluir hacia la trampa de partículas. Canales contiguos están cerrados recíprocamente, de modo que el gas de escape se introduce en el lado de entrada en el canal, atraviesa una pared de material cerámico y se desprende de nuevo a través de un canal contiguo en el lado de salida. Filtros de este tipo alcanzan una efectividad de aprox. 95% a lo largo de toda la gama de los tamaños de partículas que se manifiestan.

40 Adicionalmente a interacciones químicas con aditivos y revestimientos especiales, la regeneración segura del filtro en el sistema de gas de escape de un automóvil sigue planteando todavía un problema. La regeneración de la trampa de partículas es necesaria, dado que la acumulación creciente de pequeñas partículas en las paredes del canal a recorrer tiene como consecuencia una pérdida constantemente creciente de presión, la cual tiene efectos negativos sobre el rendimiento del motor. La regeneración comprende esencialmente el breve calentamiento de la trampa de partículas o bien de las partículas acumuladas en la misma, de modo que las partículas de negro de carbono son transformadas en componentes gaseosos. Esto se puede alcanzar también, por ejemplo, debido a que con ayuda de una reacción exotérmica antepuesta (p. ej. oxidación de carburante inyectado adicionalmente en la tubería del gas de escape en un catalizador de oxidación ("combustión posterior")), el gas de escape alcanza brevemente las temperaturas que son suficientes como para transformar las partículas que se adhieren a la trampa de partículas. Esta elevada sollicitación térmica de la trampa de partículas tiene, no obstante, efectos negativos sobre la vida útil.

50 Para evitar esta regeneración discontinua y térmicamente muy fomentadora de desgaste se desarrolló un sistema para la regeneración continua de filtros (CRT: "continuous regeneration trap" – "trampa de regeneración continua"). En un sistema de este tipo, las partículas se calcinan a temperaturas ya por encima de  $200^\circ\text{C}$  por medio de oxidación con  $\text{NO}_2$ . El  $\text{NO}_2$  necesario para ello es generado, a menudo, a través de un catalizador de oxidación que está dispuesto aguas arriba de la trampa de partículas. Sin embargo, en este caso se plantea el problema, precisamente en relación con la aplicación en vehículos automóviles con carburante Diesel, de que en el gas de escape existe sólo una porción insuficiente de monóxido de nitrógeno (NO) el cual puede ser transformado en el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) deseado. Como consecuencia de ello, hasta ahora no se ha podido asegurar que en el sistema de gases de escape tenga lugar una regeneración continua de la trampa de partículas.

60 Se ha de tener en cuenta, además, que junto a partículas que no se pueden transformar, también se acumulan en una trampa de partículas aceite o residuos adicionales de aditivos, que no pueden ser regenerados sin más. Por este motivo, los filtros conocidos deben ser intercambiados y/o lavados a intervalos regulares.

Adicionalmente a una temperatura de reacción mínima y un tiempo de permanencia específico, para la regeneración continua de partículas con  $\text{NO}_2$ , se ha de disponer de suficiente óxido de nitrógeno. Ensayos relacionados con la emisión dinámica de monóxido de nitrógeno (NO) y partículas han puesto claramente de relieve que las partículas son emitidas precisamente cuando en el gas de escape no está presente monóxido de carbono o sólo lo está en una muy pequeña cantidad, y a la inversa. De ello se deduce que un filtro con una regeneración continua real debe funcionar esencialmente como compensador o acumulador, de modo que se garantice que los dos participantes en la reacción estén presentes en el filtro en un instante dado al mismo tiempo en las cantidades requeridas. Además, el filtro se ha de disponer lo más próximo posible al motor de combustión interna con el fin de poder adquirir, ya inmediatamente después del arranque en frío, temperaturas lo más elevadas posibles. Para la habilitación del dióxido de nitrógeno necesario, se ha de anteponer al filtro un catalizador de oxidación que haga reaccionar monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) y, en particular, convierta también monóxido de nitrógeno (NO) en dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ). En el caso de una disposición cercana al motor de este sistema a base de catalizador de oxidación y filtro, es particularmente adecuada la posición delante de un turbocompresor el cual se utiliza a menudo en vehículos Diesel para aumentar la presión de carga en la cámara de combustión.

Contemplando estas reflexiones básicas, entonces se plantea para el empleo real en la construcción de automóviles la cuestión de cómo está constituido un filtro de este tipo, el cual, en una posición de esta forma y en presencia de sollicitaciones térmicas y dinámicas extremadamente elevadas, presente un grado de efectividad del filtro satisfactorio. En este caso, se han de tener particularmente en cuenta las circunstancias espaciales que condicionan un nuevo concepto para filtros. Mientras que en el caso de los filtros clásicos, los cuales se dispusieron en los bajos de un vehículo automóvil, tenía especial interés un volumen lo mayor posible con el fin de garantizar un elevado tiempo de permanencia en el filtro de las partículas que no habían reaccionado y, por consiguiente, una elevada eficacia, en el caso de una disposición próxima al motor no se encuentra a disposición sitio o espacio suficiente.

Para ello, se desarrolló un nuevo concepto, el cual se ha conocido esencialmente bajo la expresión "sistema de filtro abierto". Estos sistemas de filtro abierto se distinguen porque se puede renunciar a un cierre constructivo y recíproco de los canales del filtro. En este caso, se prevé que las paredes del canal estén constituidas, al menos en parte, de un material poroso o muy poroso, y que los canales de flujo del filtro abierto presenten estructuras desviadoras o conductoras. Estas estructuras internas determinan que el flujo o bien las partículas contenidas en las mismas sean desviados hacia las zonas a base de un material poroso o muy poroso. En este caso, se ha comprobado, sorprendentemente, que las partículas quedan adheridas mediante intercepción y/o impacto junto a y/o en la pared porosa del canal. Para la concurrencia de este efecto, son de importancia las diferencias de presión en el perfil de flujo del gas de escape que fluye. Mediante la desviación pueden resultar adicionalmente relaciones de depresión o sobrepresión locales que conducen a un efecto de filtración a través de la pared porosa, dado que deben compensarse las diferencias de presión arriba mencionadas.

La trampa de partículas está en este caso abierta, en contraposición a los sistemas de tamiz o filtro cerrados conocidos, dado que no están previstos callejones sin salida del flujo. Por consiguiente, esta propiedad también puede servir para la caracterización de filtros de partículas de este tipo, de modo que, por ejemplo, el parámetro "libertad de flujo" es adecuado para la descripción. Así, una "libertad de flujo" de 20% significa que en una vista en sección transversal, aprox. el 20% de la superficie es penetrable. En el caso de un filtro de partículas con una densidad de canales de aprox. 600 cpsi ("celdillas por pulgada cuadrada") con un diámetro hidráulico de 0,8 mm, esta libertad de flujo correspondería a una superficie superior a  $0,1 \text{ mm}^2$ . Con otras palabras, esto significa que una trampa de partículas se designa entonces como abierta si puede ser básicamente recorrida por completo por partículas, y a saber también por partículas que son considerablemente mayores que las partículas a separar realmente del filtro (en particular, el intervalo de tamaño de partículas característico para el combustible Diesel y/o gasolina). Con ello, un filtro de este tipo no puede obstruirse durante el funcionamiento, incluso en el caso de una aglomeración de partículas. Un procedimiento adecuado para la medición del carácter abierto de trampas de partículas es, por ejemplo, examinar hasta qué diámetro partículas esféricas pueden todavía fluir a través de un filtro de este tipo. En los casos de aplicación actuales, una trampa de partículas es particularmente "abierta" cuando pueden todavía fluir a través de ella esferas mayores que o iguales a 0,1 mm de diámetro, preferiblemente esferas con un diámetro superior a 0,2 mm. Elementos de filtro "abiertos" de este tipo se desprenden, por ejemplo, de los documentos DE 201 17 873 U1, DE 201 17 659 U1, WO 02/00326, WO 01/92692, WO 01/80978, cuyo contenido de divulgación se hace con ello por completo objeto de la presente descripción.

En relación con la ejecución general de cuerpos alveolares con superficies conductoras de flujo internas, por ejemplo el modelo de utilidad alemán DE 89 08 738 U1 proporciona indicios. Este documento describe cuerpos alveolares, en particular cuerpos de soporte de catalizador para vehículos automóviles a base de chapas dispuestas a modo de capas, estructuradas al menos en zonas parciales, las cuales forman las paredes de una pluralidad de canales que pueden ser recorridos por un fluido. En dichos documentos se describe que en la mayoría de los casos de aplicación y en el caso de las dimensiones habituales de cuerpos alveolares de este tipo, el flujo en los canales es

esencialmente laminar, es decir, se utilizan secciones transversales del canal muy pequeñas. Bajo estas condiciones se acumulan en las paredes del canal capas límites relativamente gruesas, las cuales reducen un contacto del flujo del núcleo en los canales con las paredes. Con el fin de determinar un arremolinamiento de la corriente del gas del escape en el interior de los canales y, por consiguiente, garantizar un contacto intenso de toda la corriente del gas de escape con una superficie de los canales catalíticamente activa, se proponen en este caso rebatimientos que forman en el interior del canal superficies de afluencia, de modo que el gas de escape es desviado transversalmente a la dirección principal de flujo.

A partir del documento EP 0 798 452 A se conoce un filtro de partículas cerrado recíprocamente, el cual presenta una capa de filtración. La capa de filtración comprende un material de filtro el cual puede estar cubierto por ambas caras por capas que portan catalizador.

El documento WO 01/92692 A da a conocer la disposición de una trampa de partículas abierta en una instalación de gas de escape. La trampa de partículas puede estar realizada en este caso con un revestimiento de hidrólisis.

Precisamente en relación con la realización de una trampa de partículas abierta de este tipo, es ahora misión de la presente invención mejorar la efectividad en relación con la conversión de sustancias nocivas contenidas en el gas de escape. En particular, se ha de abrir la posibilidad de proporcionar instalaciones de gases de escape, en particular para automóviles con un motor Diesel, de un tipo constructivo particularmente pequeño. Además, la producción, el montaje y el mantenimiento de instalaciones de gases de escape de este tipo debe simplificarse claramente y, con ello, configurarse de forma más económica.

Estos problemas se resuelven mediante una trampa de partículas para la purificación de gases de escape de un motor de combustión interna con una capa de fibras resistente a altas temperaturas con las características de la reivindicación 1. Otras ejecuciones ventajosas se describen en las reivindicaciones dependientes, pudiendo aparecer las características allí indicadas individualmente o en cualquier combinación conveniente arbitraria entre sí.

Conforme a la invención, se propone una trampa de partículas para la purificación de gases de escape de motores de combustión interna móviles, la cual tiene al menos una lámina metálica parcialmente estructurada y al menos una capa de fibras resistente a altas temperaturas según el tipo constructivo arriba descrito, en donde preferiblemente varias láminas metálicas estructuradas y varias capas de fibras están dispuestas de forma alternante entre sí y, en particular, ligadas una con otra en una carcasa. En este caso, se forma una trampa de partículas "abierta" tal como se describió al comienzo. Según esto, es particularmente ventajoso formar un elemento de filtro "abierto" tal como se describe en los documentos DE 201 17 873 U1, DE 201 17 659 U1, WO 02/00326, WO 01/92692, WO 01/80978.

La trampa de partículas forma canales que discurren en esencia paralelos al eje, penetrando superficies conductoras de la lámina metálica en al menos una parte de los canales y determinado una desviación de los gases que fluyen a través de los canales hacia la capa de fibras. Superficies conductoras de este tipo pueden estar formadas por resaltes, botones, micro-ondulaciones, paletas o estructuras similares. También es posible que estas superficies conductoras estén formadas practicando agujeros en láminas metálicas de este tipo. Las superficies conductoras propiamente dichas pueden presentar asimismo agujeros.

La capa de fibras resistente a altas temperaturas a base de metal para la trampa de partículas para la purificación de gases de escape de motores de combustión interna móviles se distingue porque al menos en un tramo está previsto un revestimiento que, al menos en parte, corresponde al de un catalizador de oxidación y/o un catalizador de 3 vías y/o un catalizador para la SCR.

La previsión de un revestimiento catalíticamente activo de este tipo tiene una pluralidad de ventajas que se esbozarán brevemente en lo que sigue. Así, por ejemplo, se puede conseguir que los componentes originalmente previstos en el sistema de gas de escape para la oxidación o bien reducción y/o acumulación de sustancias nocivas contenidas en el gas de escape puedan realizarse con un volumen pequeño o, incluso, se pueda renunciar por completo a ellos. Esto tiene como consecuencia que el sistema de gas de escape como tal pueda realizarse de una forma claramente más delgada o menor, con lo cual se posibilita una estructura sencilla, un mantenimiento sencillo y una producción económica del sistema de gas de escape. Además, sorprendentemente, se provocan también efectos sinérgicos. Así, por ejemplo, directamente en el interior de trampa de partículas equipada con una capa de fibras de este tipo se generan componentes del gas de escape que son de ayuda para la conversión o bien eliminación de las partículas acumuladas. Estos componentes del gas de escape se generan y proporcionan directamente, por lo tanto, próximos a la superficie de la capa de fibras a la que se adhieren las partículas. Por consiguiente, también se puede reducir claramente, por ejemplo, la temperatura de regeneración de la trampa de partículas, por ejemplo desde más de 900°C hasta temperaturas inferiores a 600°C.

En relación con la disposición del al menos un tramo de la capa de fibras, debe señalarse que este tramo se puede

extender también por toda la superficie de la capa de fibras. Sin embargo, también es posible prever varios tramos, en donde éstos pueden estar revestidos y/o parcialmente también no revestidos, pudiendo elegirse también, eventualmente, diferentes tipos de revestimiento, formas de tramos o superficies de los tramos diferentes entre sí. También es posible que el al menos un tramo se encuentre sólo en una superficie o cara externa de la capa de fibras resistente a altas temperaturas.

En relación con las propiedades del revestimiento de un catalizador de oxidación se ha de tener en cuenta que catalizadores de este tipo sirven para aumentar la velocidad de determinadas reacciones, sin que con ello sean consumidos ellos mismos. Mediante sustancias adecuadas de catalizador puede conseguirse que los procesos de oxidación para CO (monóxido de carbono) y HC (hidrocarburos) en el gas de escape discurran a temperaturas más bajas. Con ayuda de revestimientos de este tipo que, por norma general, contienen sustancias de catalizador del grupo del platino, pueden oxidarse hidrocarburos gaseosos y monóxido de carbono a temperaturas del gas de escape ya por encima de 250°C en el gas de escape de motores Diesel. Una particularidad de revestimientos de oxidación de este tipo se ha de considerar el que en este caso, bajo determinadas circunstancias, tiene lugar una combustión posterior de los hidrocarburos que se acumulan todavía a partículas de negro de carbono, con lo cual la emisión de partículas puede ser reducida adicionalmente. Hasta ahora se ha rehuído prever una combinación de este tipo de revestimientos fomentadores de la oxidación y elementos de filtro en una unidad, ya que se temió que las sustancias catalíticamente activas se viesan afectadas en virtud de un recubrimiento creciente con partículas. De este prejuicio del mundo científico se apartó la invención y se desarrolló una capa de fibras resistente a altas temperaturas que posibilite la producción de trampas de partículas particularmente eficaces.

Si han de reducirse los tres componentes de sustancias nocivas CO, HC y NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno) mediante una reacción posterior, entonces esto se puede conseguir mediante un revestimiento de la capa de fibras con una del catalizador de 3 vías La sustancia de catalizador activa comprende en este caso metal platino (Pt), metal paladio (Pd), o bien metal rodio (Rh) en una fina distribución sobre una gran superficie. En el caso de un valor lambda de 1, CO se oxida en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), CH en CO<sub>2</sub> y agua (H<sub>2</sub>O) y se reduce NO<sub>x</sub> en nitrógeno (N<sub>2</sub>). En este caso, se ofrece el siguiente revestimiento en relación con el catalizador de oxidación:

$$\text{Pt/Pd} = 2/1$$

0,93 – 1,2 gramos de Pt/litro<sub>volumen de soporte de catalizador</sub>

0,46 – 0,6 gramos de Pd/litro<sub>volumen de soporte de catalizador</sub>

En relación con el catalizador multifuncional (reducción) se propone que rijan las siguientes relaciones:

$$\text{Pt/Rh} = 5/1$$

1,16 – 1,5 gramos de Pt/litro<sub>volumen de soporte de catalizador</sub>

1,23 – 0,3 gramos de Rh/litro<sub>volumen de soporte de catalizador</sub>

Por volumen del cuerpo de soporte del catalizador se entiende el volumen que comprende el material del soporte (estructura alveolar, etc.) y los huecos, canales, etc. formados por el soporte.

El revestimiento de un catalizador para la SCR puede configurarse también en varias capas o bien en varias etapas. Un sistema de catalizador de urea-SCR posible se compone de varias zonas parciales del revestimiento dispuestas una a continuación de otra, el cual está aplicado sobre la capa de fibras. Las zonas parciales pueden estar dispuestas en este caso en la dirección de flujo del gas de escape de la siguiente manera:

- un revestimiento de un catalizador de oxidación (opcional),
- el revestimiento de un catalizador de hidrólisis,
- el revestimiento de un catalizador para la SCR y
- eventualmente, un catalizador de oxidación conectado a continuación.

El catalizador de oxidación opcionalmente antepuesto sirve para aumentar la actividad de la SCR a bajas temperaturas del gas de escape (en particular en el caso de automóviles de turismo Diesel). Mediante un aumento de la porción de NO<sub>2</sub> (óptimo: 50% en volumen) en el gas de escape por medio de oxidación parcial de NO puede aumentarse claramente la velocidad de reacción de la reacción SCR en un intervalo de temperaturas por debajo de aproximadamente 573 K. Junto a ello, en la superficie del catalizador tiene lugar la oxidación de monóxido de carbono para formar dióxido de carbono, así como la reacción de hidrocarburos quemados de forma incompleta para formar dióxido de carbono y agua. Sin el empleo de un intervalo antepuesto de este tipo con un revestimiento de oxidación, la oxidación de los hidrocarburos tendría lugar, en parte, en el catalizador para la SCR y, por consiguiente, provocaría una disminución de la conversión de óxido de nitrógeno.

Con ayuda del revestimiento de un catalizador de hidrólisis se consigue la descomposición completa de una

disolución acuosa de urea ya a bajas temperaturas, p. ej. en torno a 470 K. Por debajo de aprox. 470 K, la descomposición de la urea se manifiesta problemática, dado que, en virtud de una descomposición incompleta, pueden resultar productos secundarios indeseados. El revestimiento del catalizador para la SCR sirve para la reducción selectiva de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> con amoníaco para dar los productos no problemáticos nitrógeno y agua.

Conforme a otra ejecución de la trampa de partículas con la capa de fibras resistente a altas temperaturas, el revestimiento comprende un recubrimiento sellador. El revestimiento de las superficies relativamente lisas de las fibras con recubrimiento sellador tiene como consecuencia un aumento de la superficie catalíticamente activa. Esta superficie accidentada garantiza, por una parte, una oferta de sitio lo suficientemente grande para la fijación de un catalizador (p. ej. platino, rodio, etc.) y, por otra parte, sirve para el arremolinamiento del gas de escape que fluye a través, determinándose un contacto particularmente intenso con el catalizador.

La aplicación de la capa de recubrimiento sellador de gran superficie que fomenta la catálisis tiene lugar, de manera conocida, de forma que la capa de fibras (o posteriormente toda la trampa de partículas a base de capas de fibras y láminas metálicas) es sumergida en una solución acuosa de recubrimiento sellador o es rociada con ésta. A continuación, se retira la dispersión en exceso de recubrimiento sellador, el recubrimiento sellador se seca en la capa de fibras y, a continuación, se calcina a temperaturas la mayoría de las veces superiores a 450°C. Durante la calcinación, los componentes volátiles de la dispersión de recubrimiento sellador son expulsados, de modo que se genera una capa estable frente a las variaciones de temperatura y que fomenta la catálisis con una elevada superficie específica. Eventualmente, este proceso se repetiría varias veces con el fin de alcanzar un espesor de capa deseado. El espesor de capa medio se encuentra en este caso preferiblemente en un intervalo de 0,001 a 0,02 mm, en particular entre 0,005 y 0,012 mm.

El recubrimiento sellador se compone habitualmente de una mezcla de un óxido de aluminio y al menos un óxido de promotor tal como, por ejemplo, dióxidos de tierras raras, óxido de zirconio, óxido de níquel, óxido de hierro, óxido de germanio y óxido de bario. En este caso, la dispersión de recubrimiento sellador debe presentar durante la aplicación sobre el cuerpo alveolar una propiedad de flujo lo mejor posible, con el fin de alcanzar un espesor de capa deseado y uniforme por toda la longitud del canal.

Para conseguir una propiedad de flujo de este tipo, dispersiones de recubrimiento sellador conocidas presentan un determinado valor del pH, admitiéndose sólo una proporción en sólidos limitada. No obstante, ensayos han demostrado que una dispersión de recubrimiento sellador de este tipo presenta una viscosidad dependiente del tiempo. Esto tiene como consecuencia que la dispersión de recubrimiento sellador gelifica muy rápidamente e impide la generación de un espesor de capa uniforme. Esta gelificación puede retardarse manteniendo en movimiento a la dispersión de recubrimiento sellador, es decir, moviendo la dispersión o la capa de filtración humectada con la misma, en particular excitándola para la vibración.

Conforme todavía a otra ejecución de la trampa de partículas con la capa de fibras, la capa de fibras se compone de un material de sinterización y/o de fibras poroso (p. ej. acero). En particular, en este caso se ofrecen aceros resistentes a altas temperaturas y estables frente a la corrosión con porciones relativamente elevadas de cromo, níquel, aluminio y/o molibdeno. En este caso, es particularmente ventajoso que la capa de fibras presente fibras con un diámetro medio que es menor que 0,082 mm, que se encuentre en particular en un intervalo de 0,01 a 0,05 mm. Con el fin de evitar que una capa de fibras de este tipo genere una elevada presión dinámica en la corriente del gas de escape, se propone que la capa de fibras tenga una porosidad que ascienda al menos al 50%, en particular al menos al 75%, preferiblemente al menos al 85% y, de preferencia, incluso al menos al 95%. A este respecto se debe señalar que capas de fibras de este tipo se podían producir relativamente bien con fibras de una longitud media de 0,4 mm a 0,05 mm, debiendo elegirse preferiblemente longitudes de fibra menores en el caso de fibras más gruesas.

Además, se propone que la capa de fibras tenga en un corte longitudinal orificios en esencia paralelos a la superficie externa mayor, los cuales tienen por término medio una dimensión de 0,01 mm a 0,5 mm, en particular de 0,05 mm a 0,25 mm. Básicamente, en este punto se ha de señalar que la capa de fibras puede presentar fibras en una disposición casi arbitraria, debiéndose entender en este caso, en particular, también capas desordenadas, tejido de telar o estructuras similares. En este caso, las estructuras regulares pueden presentarse también sólo por regiones, mientras que en las zonas restantes se presenta una disposición más bien caótica de las fibras.

Con el fin de asegurar que estén previstas cavidades lo suficientemente grandes para las partículas o bien sus aglomerados, se propone en este caso, precisamente para la aplicación en sistemas de gas de escape de motores Diesel, que se habilite un determinado tamaño de los poros. Para el cálculo del tamaño de poros sirven en este caso un corte longitudinal a través del material que indica pequeñas secciones transversales de los poros o bien cavidades, que en este caso se denominan orificios. Todos estos orificios tienen por término medio una dimensión en el intervalo arriba mencionado. En este caso, aquí se quiere dar a entender un valor medio de todas las

dimensiones máximas de los orificios reconocibles en sección longitudinal. Dado que la dimensión del orificio se refiere a la capa de fibras ya revestida, se puede recurrir también a una correspondiente distancia promediada de las fibras, la cual debe elegirse preferiblemente menor que 0,6 mm, en particular entre 0,05 mm y 0,35 mm.

5 Además, se propone que la capa de fibras tenga un espesor que sea menor que 3 mm, en particular menor que 1,5 mm, preferiblemente menor que 0,5 mm y, de preferencia, menor que 0,1 mm. Los espesores aquí mencionados están elegidos precisamente en relación al empleo de la capa de fibras para trampas de partículas para la purificación de gases de escape de motores de combustión interna móviles.

10 De acuerdo con otra ejecución, la trampa de partículas tiene un volumen, y la cantidad de revestimiento de la trampa de partículas en relación con este volumen se encuentra en el intervalo de 20 a 300 g/l (gramos por litro), preferiblemente incluso entre 50 y 120 g/l. Por volumen se ha de entender a este respecto el volumen que se compone de las láminas metálicas, las capas de fibras así como los canales formados. Habitualmente, un volumen de este tipo se encuentra en el intervalo de 0,01 a 1,51, preferiblemente entre 0,31 y 0,81.

15 Además, se propone que la al menos una lámina metálica, al menos estructurada en parte, presente agujeros que se extiendan a lo largo de al menos una anchura de la estructura, preferiblemente incluso a lo largo de 2, en particular 3 anchuras de la estructura. Esto significa que, por ejemplo, un agujero de este tipo une entre sí a varios canales contiguos formados por la estructura. De este modo, se garantiza una mezcladura a fondo particularmente eficaz de las corrientes de gas de escape parciales, sin que delante de la trampa de partículas se genere una presión dinámica indeseablemente elevada. En este caso, se ha de señalar, además, que los agujeros se extienden esencialmente en el plano de la lámina metálica.

25 La invención se explica ahora más detalladamente con ayuda de las figuras. En este caso se ha de señalar que las figuras muestran ejemplos de realización particularmente preferidos de la invención, pero la invención no está limitada a las mismas. Muestran:

- 30 La Fig. 1, esquemáticamente y una representación en despiece, un detalle de una trampa de partículas conforme a la invención,
- la Fig. 2, otro detalle de una ejecución de la trampa de partículas de acuerdo con la invención,
- la Fig. 3, esquemáticamente, una ejecución de un sistema de gas de escape de un motor de combustión interna móvil,
- 35 la Fig. 4, de forma esquemática y en perspectiva, otra ejecución de la trampa de partículas de acuerdo con la invención,
- la Fig. 5, esquemáticamente un corte longitudinal a través de una ejecución de la capa de fibras, y
- 40 la Fig. 6, otro corte longitudinal de una capa de fibras en estado revestido.

45 La Fig. 1 muestra esquemáticamente y en una representación en despiece un detalle de una trampa de partículas tal como se emplea, por ejemplo, para el tratamiento de gases de escape de motores de combustión interna móviles. Se representan dos capas de fibras 1, entre las cuales está dispuesta una lámina metálica 14. Las capas de fibras 1 presentan en cada caso un tramo 3 en el que está dispuesto un revestimiento 4. En el caso de este revestimiento 4 se puede tratar del de un catalizador de oxidación, un catalizador de tres vías y/o un catalizador para la SCR. Preferiblemente, también las láminas metálicas 14 (al menos en zonas parciales) presentan un revestimiento catalíticamente activo y/o acumulador. Habitualmente, las capas contiguas se encuentran dispuestas una junto a otra y están unidas entre sí preferiblemente mediante una técnica de ensamblaje, en particular están soldadas entre sí. Para ello, es necesario, por ejemplo, no revestir una zona parcial, en particular el borde la capa de fibras 1, con el fin de garantizar aquí la posibilidad para la ejecución de uniones técnicas de ensamblaje.

55 La estructuración de la lámina metálica 14 tiene como consecuencia que este "sándwich" a base de capas lisas (capa de fibras 1) y capa ondulada (lámina metálica 14) pueda ser recorrido para un gas de escape en una dirección de flujo 21. En este caso, en los canales 17 están incorporadas superficies conductoras 18 que tienen como consecuencia un arremolinamiento de las corrientes de gas parciales, de modo que éstas son conducidas, en particular, contra la capa de fibras 1 revestida. La estructura de la lámina metálica 14 es en este caso una estructura ondulada con una anchura de la estructura 36 predeterminada. Preferiblemente, las superficies conductoras 18 o bien los agujeros 19 situados por debajo están realizados de un mayor tamaño que la anchura de la estructura 36, de modo que los agujeros 19 pueden unir entre sí varios canales 17 contiguos.

La Fig. 2 muestra una disposición de láminas metálicas 14 y una capa de fibras 1 en detalle. De nuevo, las láminas metálicas 14 y la capa de fibras 1 están dispuestas de forma alterna, formando la estructura de las láminas metálicas 14, en unión con la capa de fibras 1, canales 17 que pueden ser recorridos por el gas de escape en una dirección de flujo 21. En los canales 17 penetran superficies conductoras 18 que fueron producidas a partir de la propia lámina metálica 14 mediante troquelado, compresión o de otra manera. Con ello, se crean al mismo tiempo agujeros 19, de modo que del gas que fluye a través de un canal 17 se puede "recortar" una corriente parcial del borde y se puede conducir hacia la capa de fibras 1. De este modo, también son arrastradas las partículas 22 y son conducidas a la capa de fibras 1. Allí permanecen sobre la superficie externa 9, por ejemplo pegadas, o se acumulan en cavidades, poros u orificios similares de la capa de fibras 1. La capa de fibras 1 aquí representada presenta una pluralidad de fibras 6 dispuestas de forma caótica, que están provistas de un revestimiento 4. En conjunto, la capa de fibras 1 tiene un espesor 12 que es menor que 3 mm.

La Fig. 3 muestra esquemáticamente la estructura de una instalación de gas de escape de un motor de combustión interna 13 automóvil. El gas de escape generado en el motor de combustión interna 13 es aportado a través de una tubería de gas de escape 23 a los componentes más diversos para el tratamiento del gas de escape hasta que en última instancia es emitido al entorno. El sistema de gas de escape que está representado en la Fig. 3 presenta en la dirección de flujo 21 componentes dispuestos uno tras otro: un catalizador de arranque 24, un turbocompresor 25, un catalizador de oxidación 26, una alimentación de agente reductor 27, un mezclador 28, una trampa de partículas 2 de acuerdo con la invención, así como un catalizador principal 29.

El catalizador de arranque 24 se distingue por su volumen particularmente pequeño (por ejemplo menor que 0,1 litro) y, en virtud de su escasa capacidad térmica y de su proximidad inmediata al motor, se calienta ya tras un corto tiempo después del arranque del motor en tal medida que es posible una reacción catalítica de las sustancias nocivas contenidas en el gas de escape (p. ej. temperaturas por encima de 230°C al cabo de unos pocos segundos). La función del catalizador de oxidación 26 delante de una trampa de partículas 2 para la regeneración ya se explicó con detalle más arriba. El conducto de alimentación de agente reductor 27 y el mezclador 28 sirven, por ejemplo, para la alimentación de urea sólida o líquida, de modo que también es posible una reacción de sustancias nocivas con el procedimiento SCR. El mezclador 28 puede estar realizado como superficie conductora, rejilla, cuerpo alveolar o de una manera similar. Sin embargo, también es posible omitir el mezclador 28 delante de la trampa de partículas 2, ya que el filtro de partículas 2 determina por sí mismo igualmente un arremolinamiento de las corrientes de gases de escape o bien una fina distribución del agente reductor introducido. El catalizador principal 29 dispuesto a continuación presenta habitualmente un volumen relativamente grande, en particular mayor que 1,5 litros.

La Fig. 4 muestra en perspectiva y esquemáticamente la estructura de una trampa de partículas 2. La trampa de partículas 2 para la purificación de gases de escape de motores de combustión interna móviles comprende una lámina metálica 14 estructurada y una capa de fibras 1 resistente a altas temperaturas, que está dispuesta en forma de espiral en torno a un eje 16 de la trampa de partículas 2 (alternativamente, también son posibles disposiciones apiladas sencillas, trenzados en forma de S u otros torcimientos de las láminas metálicas y/o capas de fibras). La lámina metálica 14 y la capa de fibras 1 forman canales 17 que se extienden en esencia paralelos al eje 16 a través de la trampa de partículas 2. La asociación a base de lámina metálica 14 y capa de fibras 1 está incorporada en una carcasa 15 y, ventajosamente, está también unida con ésta mediante técnica de ensamblaje. En la forma de realización representada de la trampa de partículas 2, la carcasa 15 sobresale de las superficies frontales 34 de la trampa de partículas 2 o bien de la lámina metálica 14 y de la capa de fibras 1. El grosor 30 del material de la lámina metálica 14 ondulada se encuentra preferiblemente en un intervalo por debajo de 0,05 mm, preferiblemente incluso por debajo de 0,02 mm. En este caso, se ofrece, en particular, la posibilidad de que el grosor 30 del material o bien el revestimiento 4 (no representado) u otros parámetros de la trampa de partículas 2 no sean constantes a lo largo de la longitud total 31 de la trampa de partículas 2. Esto significa, por ejemplo, que la trampa de partículas 2 tiene en un primer tramo longitudinal 32 una capacidad térmica menor, una porosidad mayor, una carga mayor en relación con el revestimiento catalíticamente activo, un número/tamaño incrementado de agujeros 19, superficies conductoras 18 o fibras que en un segundo tramo longitudinal 33. Básicamente, también es posible la subdivisión de la trampa de partículas 2 en más de dos tramos longitudinales.

La trampa de partículas 2 representada tiene un volumen 20 que se caracteriza por el volumen ocupado por la capa de fibras 1 y la lámina metálica 14 en el interior de la carcasa 15, estando asimismo comprendido el volumen de los canales 17. En relación con el revestimiento 4, la trampa de partículas de acuerdo con la invención está provista de una cantidad que oscila en el intervalo de 20 a 300 g/l. En este caso es posible que esta cantidad esté dispuesta uniformemente por toda la longitud 31 sobre las superficies externas 9 de la capa de fibras 1 y/o de las láminas de envolvente 14, no obstante, también es posible que sólo la capa de fibras 1 o sólo zonas parciales de la lámina metálica 14 estén provistas de un revestimiento 4 catalíticamente activo. También es posible que en distintos tramos longitudinales estén previstos tipos o cantidades diferentes del revestimiento 4.

La Fig. 5 muestra esquemáticamente un corte longitudinal 8 a través de la capa de fibras 1. En este caso, se puede

reconocer que la capa fibras 1 está formada por una pluralidad de fibras 6 que en este caso están unidas entre sí en parte de forma ordenada, en parte de forma caótica. Las fibras 6 presentan preferiblemente un diámetro 7 en el intervalo de 0,012 y 0,035 mm. Mediante la disposición de las fibras 6 en el corte longitudinal 8 se forman orificios 10. Éstos representan prácticamente una sección transversal de las cavidades que están formadas en el interior de la capa de fibras 1.

La Fig. 6 muestra esquemáticamente asimismo un corte longitudinal 8 de la capa de fibras 1, estando ahora realizadas las fibras 6 con un revestimiento 4. El revestimiento 4 comprende un recubrimiento sellador 5 que, en virtud de su superficie accidentada, forma una suficiente posibilidad para la acumulación de las sustancias 35 catalíticamente activas. A pesar del revestimiento 4, el corte longitudinal 8 sigue presentando todavía orificios 10 con una extensión 11. Esta extensión 11 de todos los orificios 10 oscila, por término medio, entre 0,05 y 0,4 mm. En este caso, se prefiere mantener al mismo tiempo una porosidad de aprox. 87%.

La presente invención es el resultado de una pluralidad de complejos ensayos técnicos con el fin de mejorar la efectividad de trampas de partículas en sistemas de gases de escape de motores de combustión interna automóviles.

Lista de símbolos de referencia

20	1	Capa de fibras
	2	Trampa de partículas
	3	Tramo
	4	Revestimiento
	5	Recubrimiento sellador
25	6	Fibra
	7	Diámetro
	8	Corte longitudinal
	9	Superficie externa
	10	Orificio
30	11	Extensión
	12	Grosor
	13	Motor de combustión interna
	14	Lámina metálica
	15	Carcasa
35	16	Eje
	17	Canal
	18	Superficie conductora
	19	Agujero
	20	Volumen
40	21	Dirección de flujo
	22	Partícula
	23	Tubería del gas de escape
	24	Catalizador de arranque
	25	Turbocompresor
45	26	Catalizador de oxidación
	27	Conducto de alimentación de agente reductor
	28	Mezclador
	29	Catalizador principal
	30	Grosor del material
50	31	Longitud total
	32	Primer tramo longitudinal
	33	Segundo tramo longitudinal
	34	Superficie frontal
	35	Sustancia
55	36	Anchura estructurada

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Trampa de partículas (2) para la purificación de gases de escape de motores de combustión interna (13) móviles, teniendo éstos al menos una lámina metálica (14), al menos parcialmente estructurada, y al menos una capa de fibras (1) a base de fibras metálicas, resistente a altas temperaturas, para una trampa de partículas (2) abierta para la purificación de gases de escape de motores de combustión interna (13) móviles, en donde la trampa de partículas (2) tiene canales (17) que discurren en esencia paralelos a un eje (16) de la trampa de partículas (2), penetrando superficies conductoras (18) de las láminas metálicas (14) en al menos una parte de los canales (17) y determinando una desviación de corrientes de gas que fluyen a través de los canales (17) hacia la capa de fibras (1), y en el caso de la trampa de partículas (2) no están previstos callejones sin salida de flujo, además, la capa de fibras (1) presenta en un tramo (3) un revestimiento (4) catalíticamente activo, en donde, además, el revestimiento (4) se compone de varias zonas parciales dispuestas una tras otra en la dirección del eje (16) y en donde al menos una zona parcial comprende un revestimiento (4) catalíticamente activo de un catalizador para la SCR.
- 10
- 15 2.- Trampa de partículas (2) según la reivindicación 1, en donde las zonas parciales en la dirección de flujo del gas de escape y en la dirección del eje (16) están divididas de la siguiente forma:
- revestimiento de un catalizador de hidrólisis,
  - revestimiento de un catalizador para la SCR.
- 20
- 3.- Trampa de partículas (2) según la reivindicación 2, en donde el revestimiento de un catalizador de oxidación está antepuesto en la dirección de flujo del gas de escape y en la dirección del eje (16) del revestimiento del catalizador de hidrólisis y/o está conectado a continuación del revestimiento del catalizador para la SCR.
- 25 4.- Trampa de partículas (2) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde varias láminas metálicas estructuradas y varias capas de fibras están dispuestas alternativamente entre sí y retorcidas una con otra en una carcasa.
- 5.- Trampa de partículas (2) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la trampa de partículas (2) tiene un volumen (20), y la cantidad de revestimiento en relación con este volumen se encuentra en el intervalo de 20 a 300 g/l (gramos por litro), preferiblemente incluso entre 50 y 120 g/l.
- 30
- 6.- Trampa de partículas (2) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la al menos una lámina metálica (14) al menos parcialmente estructurada presenta agujeros (19) que se extienden a lo largo de al menos una anchura estructurada (36), preferiblemente incluso a lo largo de dos, en particular incluso de tres anchuras estructuradas (36).
- 35
- 7.- Trampa de partículas (2) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el revestimiento (4) comprende un recubrimiento sellador (5).
- 40
- 8.- Trampa de partículas (2) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la capa de fibras (1) comprende un material de sinterización y/o de fibras poroso.
- 9.- Trampa de partículas (2) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la capa de fibras (1) presenta fibras (6) con un diámetro medio (7) que es menor que 0,082 mm, en particular se encuentra en un intervalo de 0,01 a 0,05 mm.
- 45
- 10.- Trampa de partículas (2) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la capa de fibras (1) tiene una porosidad que es de al menos el 50%, en particular de al menos el 75%, preferiblemente de al menos el 85% y, de preferencia, incluso de al menos el 95%.
- 50
- 11.- Trampa de partículas (2) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la trampa de partículas (2) tiene, en un primer tramo longitudinal (32),
- una baja capacidad térmica,
  - una mayor porosidad,
  - una mayor carga en relación con el revestimiento catalíticamente activo,
  - un número/tamaño incrementado de agujeros (19), superficies conductoras (18) o fibras
- 55
- 60 que en un segundo tramo longitudinal (33).



FIG 2

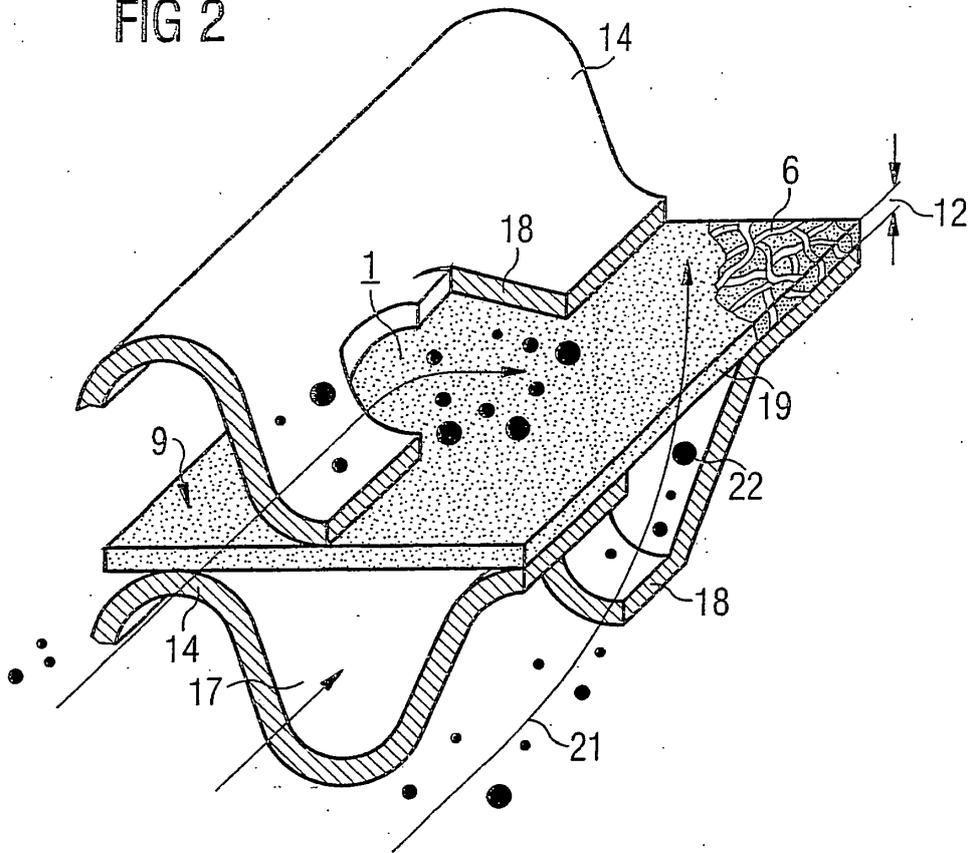


FIG 3

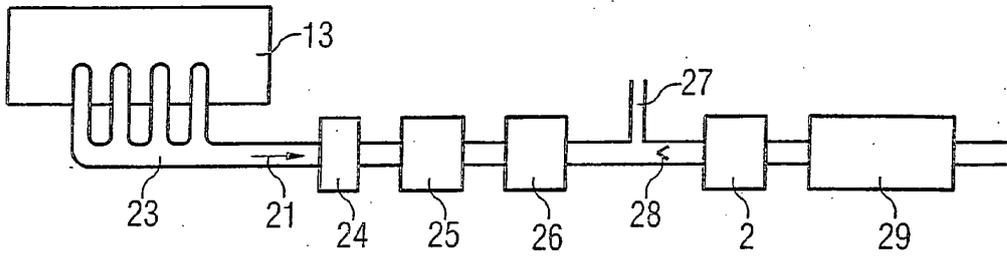


FIG 4

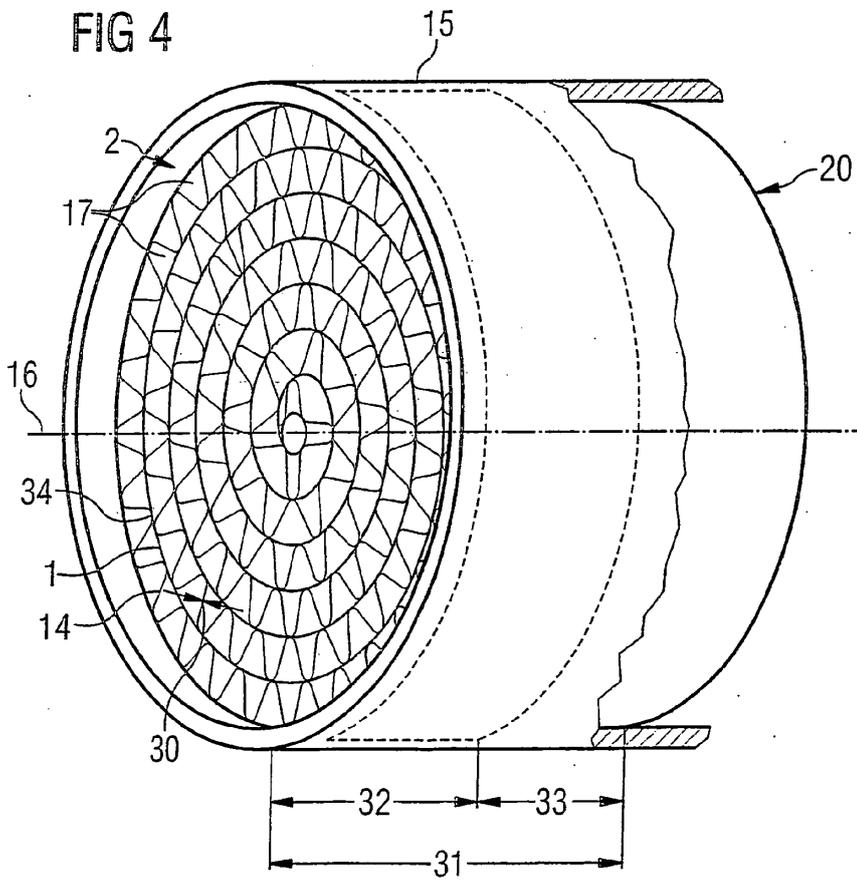


FIG 5

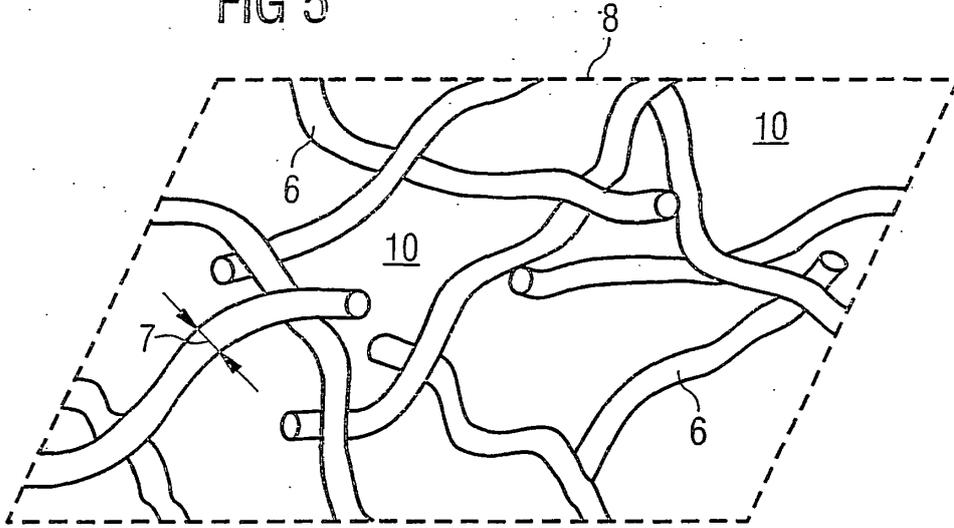


FIG 6

