

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 223**

51 Int. Cl.:

**F01N 3/28** (2006.01)

**F01N 13/00** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2010 E 10776942 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015 EP 2494159**

54 Título: **Procedimiento y aparato para purificación de un gas de escape procedente de un motor de combustión interna**

30 Prioridad:

**28.10.2009 DK 200901167**

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

**29.12.2015**

73 Titular/es:

**HALDOR TOPSØE A/S (100.0%)  
Haldor Topsøes Allé 1  
2800 Kgs. Lyngby, DK**

72 Inventor/es:

**JOHANSEN, KELD;  
DALSKOV, NIELS POUL y  
NORSK, JESPER**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 555 223 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

Procedimiento y aparato para purificación de un gas de escape procedente de un motor de combustión interna

El invento se refiere a la purificación de un gas de escape procedente de un motor de combustión interna.

5 El invento está dirigido específicamente a eliminar los óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y material en forma de partículas, dirigiéndolas a través de un catalizador revestido de tela metálica y paredes porosas.

El invento es técnica y comercialmente útil para la purificación de gas de escape especialmente de vehículos accionados con diesel.

Son ya conocidos distintos procedimientos y aparatos de purificación de gases de escape.

10 El documento US 6.845.612 B2 describe un aparato, en el que son eliminados óxidos de nitrógeno procedentes de los gases de escape haciendo pasar los gases a través de canales, que están cubiertos por un catalizador. Los canales están formados plegando placas metálicas recubiertas con catalizador.

15 Otro aparato de purificación está descrito en el documento US 2006/0096282. El gas de escape fluye en espacios entre placas planas, que son llenadas o recubiertas parcialmente con uno o más catalizadores. El gas de entrada fluye a cada segundo espacio, en la extremidad del dispositivo el gas fluye a una cámara y cambia de dirección y fluye hacia atrás a través de los otros espacios. El combustible o gas que contiene oxígeno pueden ser introducidos al gas en la cámara, así puede ser instalado un catalizador de oxidación en los espacios de salida. El catalizador es complicado de instalar y creará una caída de presión o el catalizador tiene una superficie limitada.

20 En el documento US 6.534.021 se ha mostrado un filtro con capas de placas impermeables al gas y placas de tela metálica alternativamente. Las placas impermeables de gas pueden ser planas, entonces las placas de tela metálica son onduladas, o las placas impermeables al gas son onduladas y las placas de tela metálica son planas. El gas fluye perpendicularmente sobre los canales, que están formados por la ondulación. Esto sin embargo requiere algún espacio. Tanto la tela metálica como el cuerpo de filtro pueden estar recubiertos catalíticamente. Además, solamente puede haber prevista una única capa ondulada entre las placas impermeables.

25 La solicitud de patente WO-A-2007/122283 describe un sustrato para el tratamiento de gases de escape que tienen una lámina ondulada alternativa dispuesta entre las láminas de tela metálica planas. Las depresiones de la lámina ondulada coinciden con las depresiones de la lámina de tela metálica plana. Las láminas (2) de tela metálica ondulada y plana son permeables y onduladas solamente en una dirección y necesarias para evitar que las láminas (3) en forma de V alternativas (3) caigan una sobre otra. Las láminas (3) están así onduladas, no onduladas transversalmente y solamente una única de estas láminas (3) puede estar prevista entre las láminas permeables (2).

30 Es un objeto del invento proporcionar un método y un aparato para eliminar óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y material en partículas de los gases de escape en un aparato pequeño, donde se obtiene un buen contacto entre el gas de escape y el catalizador, donde la caída de presión creada es baja, y donde la implantación es flexible, así puede ser realizado más de un procedimiento en un aparato del presente invento incluyendo intercambio de calor.

35 El invento proporciona un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y un aparato de acuerdo con la reivindicación 10 para la purificación de un gas de escape que comprende óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y materiales en partículas procedentes de un motor de combustión interna. El procedimiento que tiene lugar en el aparato comprende la operación de poner en contacto el gas de escape con uno o más catalizadores en una o más láminas de tela metálica onduladas transversales que están dispuestas entre dos o más láminas onduladas transversales impermeables de gas. El gas de escape es puesto en contacto con uno o más catalizadores que están recubiertos en diferentes zonas de una o más de las láminas de tela metálica onduladas transversales. Los materiales en partículas en el gas de escape son retenidos en una zona de las láminas impermeables al gas, donde la zona es porosa y opcionalmente está recubierta con un catalizador de oxidación. El gas de escape procedente del motor de combustión puede ser calentado por el gas de escape purificado.

40 Por lo tanto, se obtiene una limpieza mejorada del gas de escape mediante el invento, debido a la alta turbulencia en el gas, que proporciona un contacto estrecho entre el gas y el catalizador que da como resultado un requerimiento de espacio reducido y simultáneamente una caída de presión creada reducida, así como una elección flexible de procedimientos de limpieza.

45 Debido a la ondulación transversal es posible ahora apilar una pluralidad de láminas de tela metálica entre las láminas onduladas transversales impermeables al gas.

50 El gas de escape de un motor de combustión interna contiene impurezas tóxicas. Especialmente el gas de escape del Diesel contiene óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos, hollín y material en partículas.

Los óxidos de nitrógeno deben ser reducidos para liberar nitrógeno, las partículas deben quedar atrapadas en un filtro, y los materiales en partículas atrapados, los hidrocarburos y el monóxido de carbono deben ser oxidados a dióxido de carbono y agua. Estos procedimientos tienen lugar en la presencia de catalizadores.

5 El invento proporciona un método y aparato para la eliminación de estas impurezas, y comprende una unidad de escape para diesel funcional compacta, que puede además incluir intercambio de calor.

10 La unidad de purificación está compuesta de láminas metálicas onduladas transversales, algunas de las láminas son láminas impermeables al gas, y entre éstas láminas impermeables son colocadas un número de láminas de tela metálica onduladas transversales. Parte de las láminas impermeables pueden ser porosas. El diseño ondulado es un tipo de diseño en zigzag, y cuando las láminas son apiladas de acuerdo con el invento, todas las láminas pueden ser apiladas directamente entre sí sin ningún tipo de revestimiento entre ellas y sin colapsar pero manteniendo los canales de flujo.

Por lo tanto, pueden ser previstas no sólo una sino varias láminas de tela metálica onduladas transversales entre dos o más láminas onduladas transversales impermeables al gas. Esto habilita una construcción más flexible y habilita que puedan ser revestidos más catalizadores.

15 Se comprendería que contrariamente a la lámina ondulada (3) del documento WO-A-2007/1222833 que es plana en su parte superior, la lámina de tela metálica del presente invento es ondulada transversal y por lo tanto su parte superior no es plana sino ondulada. Un diseño en zigzag o en forma de onda existe no solamente en una dirección de la lámina.

Una o más zonas de las láminas onduladas transversales pueden ser recubiertas con catalizadores. Los catalizadores son aplicados típicamente sobre las láminas por pulverización.

20 Las láminas de tela metálica fabricadas son idénticas. Cuando cada segunda lámina es dada la vuelta, los canales inclinados se tocarán entre sí de un modo no paralelo, y las láminas mantendrán por ello la distancia entre sí.

25 Las láminas son apiladas como antes y a continuación insertadas en un alojamiento para formar la unidad de purificación. El gas fluye en los canales, los canales son formados por la ondulación, sin embargo, el diseño en zigzag fuerza al gas a cambiar de dirección a menudo en una cierta magnitud. Esto crea un flujo turbulento y el contacto entre el catalizador y el gas es considerablemente mejorado. Al mismo tiempo, el flujo a través de la tela metálica no crea excesiva caída de presión.

30 Las láminas impermeables al gas pueden en una extremidad ser planas y porosas y en cada segundo espacio los bordes son cerrados herméticamente juntas por medio de alambres. El catalizador de combustión de hollín puede ser aplicado sobre esta parte porosa de las láminas. Estas partes porosas de las láminas forman el filtro de hollín en la unidad de purificación. El gas fluye desde cada segundo espacio a los otros espacios en una extremidad de las placas. En esta realización la parte porosa de las láminas impermeables puede ser plana.

35 Cuando el gas como se ha descrito antes, fluye a través de cada segundo espacio entre las láminas impermeables al gas, la unidad puede ser provista con una cámara, en la que el gas sale y cambia la dirección del flujo y fluye hacia atrás a través de los otros espacios. En esta realización también puede ser construida una función de intercambio de calor alimentado/efluente en la unidad de purificación del invento. En este caso, una zona de las láminas en la extremidad de entrada/salida de la unidad no está recubierta catalíticamente, y el calor se irá a través de las láminas metálicas con un coeficiente de transferencia de calor mucho más elevado comparado con las láminas recubiertas.

Las láminas impermeables al gas son cerradas herméticamente juntas por hilos metálicos colocados a lo largo de los lados en la dirección del flujo. Los hilos tienen aproximadamente el mismo diámetro que la distancia entre las láminas impermeables al gas.

40 En la realización, donde el gas gira alrededor de una cámara, cada segundo espacio entre las láminas impermeables al gas en la extremidad de entrada/salida son cerradas herméticamente también, y una parte corta del lado correspondiente es dejada abierta. Esta abertura forma la salida del gas. El gas fluirá a continuación a la unidad en una extremidad y hacia fuera en el lado de la unidad en la misma extremidad - o en la extremidad opuesta.

45 En la extremidad de salida, las láminas de tela metálica onduladas son un poco más cortas que las láminas impermeables al gas.

En las realizaciones, donde el gas es filtrado antes de entrar en la cámara de cambio de sentido, los espacios entre las láminas impermeables al gas con el gas no filtrado son cerrados herméticamente también con hilos metálicos en la extremidad de la cámara de cambio de sentido.

50 En otra realización el hidrocarburo puede ser introducido en la entrada de la unidad de purificación y mezclado con el gas de escape en una cámara de entrada. El gas mezclado fluye a continuación a la parte de la tela metálica, que está recubierta con catalizador de oxidación, y el monóxido de carbono, y los hidrocarburos serán oxidados exotérmicamente. De esta manera la temperatura es aumentada cuando sea necesario aguas abajo, por ejemplo, para combustión del hollín sobre el filtro o para aumentar la temperatura en el arranque del motor en frío.

- En la cámara de cambio de sentido antes descrita, el agente reductor, tal como una solución acuosa de urea, amoníaco, solución acuosa de amoníaco, ácido cianúrico, amelida, amelina, cianato de amonio, biuret, carbamato de amonio, carbonato de amonio, formiato de amonio, melamina, o tricianourea puede ser inyectado, y mezclado con el gas oxidado, en el cual los óxidos de nitrógeno pueden a continuación ser selectivamente, reducidos catalíticamente para liberar nitrógeno haciendo pasar por una zona recubierta con catalizador SCR. Opcionalmente, posibles restos del agente reductor, en exceso o que no ha reaccionado, pueden ser oxidados en otra zona catalizada, antes de que el gas fluya fuera.
- 5
- Mediante este diseño integrado, los procedimientos a continuación pueden tener lugar en esta unidad compacta:
- Inyección de HC - oxidación de diesel catalíticamente - retención de partículas en un filtro revestido catalíticamente - inyección de urea - reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno - oxidación catalítica de amoníaco en exceso.
- 10
- o
- intercambio de calor de alimentación - inyección de HC - oxidación de diesel catalíticamente - retención de partículas en un filtro recubierto catalíticamente - inyección de urea - reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno - oxidación catalítica de amoníaco en exceso - intercambio de calor de efluente.
- 15
- En otra realización del invento, el procedimiento comprenderá las operaciones de:
- inyección de urea - reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno - oxidación catalítica de amoníaco en exceso - inyección de HC - oxidación de diesel catalíticamente - retención de partículas en un filtro recubierto catalíticamente
- o
- intercambio de calor de alimentación - inyección de urea - reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno - oxidación catalítica de amoníaco en exceso - inyección de HC - oxidación de diesel catalíticamente - retención de partículas en un filtro recubierto catalíticamente - intercambio de calor de efluente.
- 20
- En este caso el gas entra en la unidad desde el lado.
- En otra realización del invento, el procedimiento comprenderá las operaciones de
- inyección de urea - reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno - oxidación catalítica de amoníaco en exceso - retención de partículas en un filtro recubierto catalíticamente - inyección de HC - oxidación de diesel catalíticamente.
- 25
- o
- intercambio de calor de alimentación - inyección de urea - reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno - oxidación catalítica de amoníaco en exceso - retención de partículas en un filtro recubierto catalíticamente - inyección de HC - oxidación de diesel catalíticamente - intercambio de calor de efluente.
- 30
- Las láminas de tela metálica onduladas transversales son recubiertas con catalizadores, que son aplicados en zonas.
- El catalizador de oxidación comprende platino y/o paladio sobre tierras raras con óxido de aluminio enriquecido o platino y/o paladio sobre óxido de silicio o sobre óxido de titanio enriquecido. Puede ser también platino y/o paladio sobre óxido de cerio enriquecido por óxido de circonio o mezclas de óxidos de cobre y manganeso o paladio sobre una mezcla de óxidos de cobre y magnesio.
- 35
- El filtro poroso es recubierto con óxidos mezclados de tierras raras, aluminio y circonio, opcionalmente con paladio y/o platino.
- El catalizador para SCR (reducción catalítica selectiva) es óxido de vanadio sobre óxido de titanio con posible adición de óxido de tungsteno o de molibdeno. Puede ser también un catalizador de zeolita que comprende cobre y/o hierro sobre zeolita, que es modificada a zeolita beta, ZSM 5 o chabazita. O podría ser un catalizador de óxido mezclado de metal de base ácida funcionalizado que comprende mezclas ácidas de óxidos de cerio-circonio y mezclas de óxidos de circonio-titanio.
- 40
- El catalizador para oxidar posibles restos de reductor, "catalizador de amoníaco en exceso" es un metal precioso tal como platino o paladio opcionalmente con zeolita, zeolitas SCR, óxidos de aluminio, óxidos de tierras raras u óxido de aluminio enriquecido con óxido de silicio, óxido de cerio, óxido de circonio o mezclas de estos.
- 45
- Sin embargo, es utilizado más típicamente un catalizador con platino y/o paladio sobre aluminio enriquecido sobre tierras raras para la oxidación, y un catalizador reductor catalíticamente selectivo (SCR) con óxido de vanadio y/o de tungsteno sobre óxido de titanio o de hierro y/o de cobre sobre zeolita. Para el catalizador de amoníaco en exceso se utiliza platino y/o paladio sobre zeolita, y el catalizador de filtro es típicamente paladio y/o platino sobre óxidos mezclados de tierras raras y circonio.

Las zeolitas más utilizadas son zeolita ZSM-5,  $\beta$ -zeolita y chabazita.

Por el procedimiento del invento, se puede obtener una conversión del 80-99.9% de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y material en partículas.

La fig. 1 es un dibujo esquemático de una sección transversal de una realización del invento.

5 La fig. 2 es un dibujo esquemático de las capas en la unidad de limpieza del invento que muestra las ondulaciones en dos direcciones.

La fig. 3 es una foto de una lámina de tela metálica del invento.

Las figs. 4a, b y c son dibujos esquemáticos de una sección transversal de dos realizaciones del invento.

Las figs. 5a y b son dibujos esquemáticos de láminas impermeables con alambres de cierre hermético del invento.

10 La fig. 6 es un dibujo esquemático del interior del invento.

La fig. 7 es un dibujo esquemático de la forma del invento.

Una realización del invento está mostrada en la fig. 1, donde el gas de escape 1 procedente de un motor de combustión fluye al alojamiento 3 de la unidad de purificación y fluye fuera como gas de escape limpio 2. Dentro del alojamiento 3, hay instaladas láminas metálica 4 impermeables al gas onduladas transversales paralelas entre sí. En cada espacio  
15 entre las láminas impermeables 4 hay colocado un número de láminas 5 de tela metálica onduladas transversales.

Las láminas están mostradas en más detalle en la fig. 2, donde se ha visto que hay colocadas placas 5 de tela metálica en cada espacio entre las láminas impermeables 4. El diseño ondulado forma canales 6. Sin embargo, cada canal comprende dos medios canales, teniendo cada uno una forma en zigzag, pero se cruzan entre sí de manera que se soportan uno a otro, y simultáneamente crean un flujo de gas turbulento. Las líneas punteadas muestran la ondulación  
20 transversal de la lámina por debajo.

La fig. 3 es una imagen de una lámina de tela metálica, y las flechas indican la dirección del flujo de gas. A partir de esto se puede ver que el diseño de las láminas onduladas transversales forma canales paralelos, cada canal consiste de una forma repetida. La forma es un primer canal recto que continua en un segundo canal recto que forma un primer ángulo con el primer canal y que continúa en un tercer canal que es paralelo al primer canal y que continúa en un cuarto canal que forma con el primer canal un segundo ángulo del mismo valor, pero en dirección opuesta al primer ángulo. Las  
25 láminas onduladas transversales están así son onduladas en dos direcciones formando un ángulo entre ellas.

Una realización del invento está mostrada en la fig. 4a. El gas de escape 1 procedente de un motor fluye a la cámara de entrada 10, desde donde fluye a cada segundo espacio entre las láminas onduladas transversales impermeables 4 en el alojamiento 3. El hidrocarburo 11 es inyectado a la cámara de entrada 10. En cada espacio entre las láminas  
30 impermeables 4, un número de láminas de tela metálica onduladas transversales 5 están instaladas y a través de las cuales fluye el gas mezclado. Una zona de tela metálica está recubierta con el catalizador 21 de oxidación de diesel, donde son oxidados los hidrocarburos, el monóxido de carbono y el material en partículas. Las extremidades 12 de las láminas son porosas y recubiertas con un catalizador de combustión 22, que forma un filtro para el gas, y donde el material en partículas retenido es quemado catalíticamente. En la cámara 14 el agente reductor 15 es introducido y  
35 mezclado con el gas de escape filtrado, oxidado, el gas mezclado pasa a continuación a una zona de la tela metálica, que está recubierta con el catalizador 23 para reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno a nitrógeno. Más aguas abajo de las láminas de tela metálica 5 puede estar recubierta con un catalizador 24 de exceso, que oxida los restos del agente reductor 15. El gas fluye fuera a través del lado de la unidad y la deja como gas de escape purificado 2.

Otra realización del invento está mostrada en la fig. 4b y con otro procedimiento. El gas de escape 1 procedente de un motor es mezclado con el agente reductor 15 y fluye a la entrada en el lado de la unidad de purificación, desde donde fluye a una zona de la tela metálica, que está recubierta con el catalizador 23 para la reducción catalítica selectiva de  
40 óxidos de nitrógeno a nitrógeno. Esto va seguido por láminas de tela metálica 5, que están recubiertas con un catalizador 24 de exceso, que oxida los restos del agente reductor 15. En la cámara 14 el hidrocarburo 11 es inyectado y mezclado con el gas de escape antes de que fluya a través de la zona de tela metálica ondulada recubierta con el catalizador 21 de oxidación de diesel, donde son oxidados los hidrocarburos, el monóxido de carbono y los posibles restos del agente reductor. Aguas abajo del catalizador de oxidación 21 las láminas impermeables son porosas y están recubiertas con un catalizador de combustión 22, que forma un filtro para el gas, y donde el material en partículas retenido es quemado catalíticamente.  
45

Aún otra realización del invento está mostrada en la fig. 4c y con otro procedimiento. El gas de escape 1 procedente de un motor es mezclado con el agente reductor 15 y fluye a la entrada en el lado de la unidad de purificación, desde donde fluye a una zona 25 de intercambio de calor, donde las láminas están sin recubrimiento catalítico. En la zona 25 el gas alimentado es calentado por el gas purificado que deja la unidad. El gas de escape mezclado, calentado pasa a continuación de las láminas de tela metálica, que están recubiertas con catalizador 23 para reducción catalítica selectiva  
50

- de los óxidos de nitrógeno a nitrógeno. Esto va seguido por una zona de las láminas de tela metálica 5, que está recubierta con un catalizador 24 de exceso, que oxida los restos del agente reductor 15. Aguas abajo del catalizador de oxidación de deslizamiento 24 una zona 12 las láminas impermeables son porosas y están recubiertas con un catalizador de combustión 22, que forma un filtro para el gas, y donde el material en partículas es quemado catalíticamente. En la
- 5 cámara 14 el hidrocarburo 11 es inyectado y mezclado con el gas de escape antes de que fluya a través de la zona de tela metálica ondulada recubierta con el catalizador de oxidación diesel 21, donde son oxidados los hidrocarburos, el monóxido de carbono y los posibles restos del agente reductor. La oxidación crea calor, y el gas de escape calentado, purificado calienta el gas de escape 1 del motor en la zona 25 de intercambio de calor antes de dejar el aparato como gas de escape purificado 2.
- 10 La fig. 5a muestra una lámina impermeable con una tela metálica de cierre hermético 7 sobre cada reborde a lo largo de la dirección de circulación. Entre dos láminas con este cierre hermético entre ellas, el gas fluye recto a través de la unidad. Mientras que, la fig. 5b muestra el alambre 8 de cierre hermético a lo largo del reborde en la dirección de circulación y una extremidad, y el alambre 9 de cierre hermético a lo largo de la mayor parte de otro reborde en la dirección del flujo, deja así un agujero en la extremidad cerrada herméticamente. Entre dos láminas impermeables con
- 15 este cierre hermético entre ellas, el gas entra en una extremidad y fluye hacia fuera en el lado de la otra extremidad.
- También en la fig. 6 se han mostrado estos alambres 7, 8, y 9 de cierre hermético, pero entre un número de láminas impermeables 4, que contienen otra vez un número de láminas de tela metálica onduladas transversales 5. Este dibujo en perspectiva muestra cómo el gas de entrada 1 puede entrar entre cada segundo espacio, y cómo el gas de salida 2 deja los otros trayectos en la misma extremidad, pero en el lado de la unidad.
- 20 Todas las láminas están instaladas en un alojamiento, que está mostrado en la fig. 7. La figura muestra la realización de la unidad, donde el gas entra y deja la unidad en la misma extremidad.

#### EJEMPLOS

La unidad de filtro del invento es como sigue:

- Las láminas onduladas tienen un grosor de 0,1 - 0,2 mm.
- 25 El grosor del alambre de la tela metálica es de 40 - 60  $\mu\text{m}$ .
- Las láminas de tela metálica tienen típicamente 100 x 100 espacios de malla por 6,45  $\text{cm}^2$ .
- La altura de una lámina corrugada es de 1,0 - 1,5 mm.
- El tamaño de los poros en la zona porosa es de 5 - 25  $\mu\text{m}$ .
- El grosor de la placa del alojamiento es de 0,7 - 1,0 mm.
- 30 Un filtro tendrá un tamaño de 2-5 l en un vehículo y 5 - 20 l en una camioneta.

Una realización específica:

- Las láminas de tela metálica impermeables al gas onduladas transversales y las láminas de metal de tela metálica onduladas transversales fueron producidas demostrando el principio de apilamiento sin colapsar de las láminas de tela metálica. Láminas de 10 cm x 10 cm fueron apiladas con láminas de tela metálica entre las láminas impermeables al gas.
- 35 El alambre de la tela metálica era 56  $\mu\text{m}$  de grueso y las láminas tenían 100 x 100 espacios de malla por 6,45  $\text{cm}^2$ . Las ondas formadas por el diseño ondulado eran de 1,1 mm de altura.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para purificación de un gas de escape que comprende óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y materiales en partículas procedentes de un motor de combustión interna que comprende la operación de poner en contacto el gas de escape con uno o más catalizadores sobre una o más láminas de tela metálica onduladas transversales (5) que están dispuestas entre dos o más láminas onduladas transversales (4) impermeables al gas.
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el gas de escape es puesto en contacto con uno o más catalizadores que están recubiertos en diferentes zonas sobre una o más láminas onduladas transversales (5).
3. Un procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que los materiales en partículas en el gas de escape son retenidos en una zona de las láminas (4) impermeables al gas, siendo la zona porosa y estando recubierta opcionalmente con un catalizador de oxidación.
4. Un procedimiento según las reivindicaciones 1-3, en el que el gas de escape procedente del motor de combustión y el gas de escape purificado están en una relación de intercambio de calor entre sí.
5. Un procedimiento según las reivindicaciones 1-4, en el que el gas de escape procedente del motor de combustión es purificado por las operaciones sucesivas de:
- inyección de hidrocarburo en el gas de escape;
  - oxidación catalítica del gas de escape y del hidrocarburo;
  - paso del gas de escape a través de un filtro recubierto catalíticamente, y oxidación de los materiales en partículas;
  - inyección de un agente reductor;
  - reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno en el gas de escape filtrado, oxidado por el agente reductor a nitrógeno por contacto con un catalizador sobre una o varias láminas de tela metálica onduladas transversales;
  - oxidación catalítica de los restos del agente reductor; y
  - retirada de una corriente de gas de escape purificado, en la que los catalizadores para la oxidación del gas de escape y los materiales en partículas y los catalizadores para la reducción selectiva y para la oxidación de los restos del agente reductor son depositados sobre una o varias láminas de tela metálica onduladas transversales.
6. Un procedimiento según las reivindicaciones 1-4, en el que el gas de escape procedente del motor de combustión es purificado por las operaciones sucesivas de
- inyección de un agente reductor;
  - reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno en el gas de escape filtrado, oxidado por el agente reductor a nitrógeno;
  - oxidación catalítica de los restos del agente reductor;
  - inyección de hidrocarburos en el gas de escape;
  - oxidación catalítica del gas de escape y del hidrocarburo;
  - paso del gas de escape a través de un filtro revestido catalíticamente, y oxidación de materiales en partículas; y
  - retirada de una corriente de gas de escape purificado, en que los catalizadores para la oxidación del gas de escape y los materiales en partículas y los catalizadores para la reducción selectiva y para la oxidación de los restos del agente reductor son depositados sobre una o varias láminas de tela metálica onduladas transversales.
7. Un procedimiento según las reivindicaciones 1-4, en el que el gas de escape procedente del motor de combustión es purificado por las operaciones sucesivas de
- inyección de un agente reductor;
  - reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno en el gas de escape por el agente reductor a nitrógeno;
  - oxidación catalítica de los restos del agente reductor;
  - paso del gas de escape a través de un filtro recubierto catalíticamente, y oxidación de los materiales en partículas;
  - inyección de hidrocarburos en el gas de escape;

- oxidación catalítica del gas de escape y del hidrocarburo; y
  - retirada de una corriente de gas de escape purificado, en que los catalizadores para la oxidación del gas de escape y de los materiales en forma de partículas y los catalizadores para la reducción selectiva y para la oxidación de los restos del agente reductor son depositados sobre una o varias láminas de tela metálica onduladas transversales.
- 5 8. Un procedimiento según las reivindicaciones 5-7, en el que el hidrocarburo es el combustible para el motor, y el agente reductor es una solución acuosa de urea, amoníaco, una solución acuosa de amoníaco.
9. Un procedimiento según las reivindicaciones 5-8, en el que la oxidación tiene lugar en presencia de un catalizador que es platino y/o paladio sobre alúmina enriquecida en tierras raras;
- el filtro está recubierto con un catalizador que es paladio y/o platino sobre óxidos mezclados de tierra rara y circonio;
- 10 la reducción catalítica selectiva tiene lugar en la presencia de un catalizador que es óxido de vanadio y/o de tungsteno sobre óxido de titanio o de hierro y/o de cobre sobre zeolita; y
- los restos del agente reductor son oxidados por un catalizador que es platino y/o paladio sobre zeolita.
10. Un aparato para la purificación de un gas de escape procedente de un motor de combustión interna, en que el aparato comprende dentro de un alojamiento
- 15 - dos o más láminas metálicas (4) impermeables al gas onduladas transversales instaladas en paralelo y separadas una de la otra en el alojamiento (3)
- una o más láminas de tela metálica (5) recubiertas catalíticamente onduladas transversales instaladas en cada espacio entre las láminas metálicas (4) impermeables al gas.
11. Un aparato según la reivindicación 10, en el que cada espacio entre las láminas metálicas impermeables onduladas transversales (4) contiene una pluralidad de láminas de tela metálica revestidas de manera catalítica onduladas transversales (5) apiladas una sobre otra.
- 20 12. Un aparato según las reivindicaciones 10-11, en el que las láminas metálicas impermeables onduladas transversales tienen ondulaciones angulares.
13. Un aparato según las reivindicaciones 10-12, en el que el diseño de las láminas onduladas transversales (4) forma canales paralelos, consistiendo cada canal paralelo de una forma repetida en
- 25 un primer canal recto, que continúa en
- un segundo canal recto que forma un primer ángulo con el primer canal y que continúa en
- un tercer canal que es paralelo al primer canal y que continúa en
- un cuarto canal que forma con el primer canal un segundo ángulo de la misma dimensión, pero en dirección opuesta del
- 30 primer ángulo.
14. Un aparato según las reivindicaciones 10-13, en el que dos o tres rebordes de cada una de las láminas metálicas impermeables son cerrados herméticamente juntos por medio de alambres de cierre hermético a lo largo de los rebordes en la dirección del flujo, opcionalmente en cada segundo espacio un alambre de cierre hermético es colocado a lo largo de un reborde en la dirección de flujo y un reborde adyacente, y otro alambre de cierre hermético sobre una parte de otro
- 35 lado en la dirección de flujo y que deja espacio entre este alambre y el alambre perpendicular a la dirección del flujo en el aparato.
15. Un aparato según las reivindicaciones 10-14, en el que el alojamiento comprende una cámara de entrada y una cámara de salida.
16. Un aparato según las reivindicaciones 10-14, en el que el alojamiento comprende una cámara de entrada y una
- 40 cámara de salida en una extremidad del alojamiento y una cámara de cambio de sentido en la otra extremidad del alojamiento, en que el gas fluye en una dirección en cada segundo espacio entre las láminas impermeables al gas y en la dirección opuesta en los otros espacios.
17. Un aparato según las reivindicaciones 10-16, en el que las láminas de tela metálica y opcionalmente las láminas metálicas impermeables están recubiertas catalíticamente en zonas, cada zona con un catalizador diferente.
- 45 18. un aparato según las reivindicaciones 10-17, en el que una longitud de las láminas impermeables al gas en una extremidad son planas y porosas y en cada segundo espacio cerrado herméticamente junto con alambres de cierre hermético, opcionalmente la parte porosa de las láminas está recubierta con un catalizador activo en combustión de



materiales en partículas.

19. Un aparato según las reivindicaciones 10-18, en el que una zona de las láminas en la extremidad de entrada/salida de la unidad no están recubiertas catalíticamente, formando una zona de intercambio de calor.

20. Un aparato según las reivindicaciones 18-19, que comprende en la siguiente secuencia

- 5 - medios para inyectar hidrocarburo en el gas de escape;
- un primer catalizador que es activo catalíticamente oxidando el gas de escape y el hidrocarburo;
- una pieza de filtro de las láminas impermeables al gas que está recubierta con un segundo catalizador que es activo en la combustión de materiales en partículas;
- medios para inyectar un agente reductor en una cámara de cambio de sentido;
- 10 - un tercer catalizador que es activo en la reducción catalítica de manera selectiva del gas de escape filtrado, oxidado por el agente reductor; y
- un cuarto catalizador activo oxidando catalíticamente los restos del agente reductor.

21. Un aparato según las reivindicaciones 18-19, que comprende en la siguiente secuencia

- medios para inyectar un agente reductor en el gas de escape;
- 15 - un primer catalizador que es activo en la reducción catalítica de manera selectiva del gas de escape por el agente reductor;
- un segundo catalizador activo en oxidación catalítica de los restos del agente reductor;
- medios para inyectar hidrocarburo en una cámara de cambio de sentido;
- un tercer catalizador que es activo en la oxidación catalítica el gas de escape y del hidrocarburo; y
- 20 - una pieza del filtro de las láminas impermeables al gas que está recubierta con un cuarto catalizador que es activo en combustión de materiales en partículas.

22. Un aparato según las reivindicaciones 18-19, que comprende en la siguiente secuencia

- medios para inyectar un agente reductor en el gas de escape;
- un primer catalizador que es activo en la reducción catalítica de manera selectiva del gas de escape por el agente reductor;
- 25 - un segundo catalizador activo en oxidación catalítica de los restos del agente reductor;
- una pieza del filtro de las láminas impermeables al gas que está recubierta con un tercer catalizador que es activo en combustión de materiales en partículas;
- medios para inyectar hidrocarburo en una cámara de cambio de sentido;
- 30 - un cuarto catalizador que es activo oxidando catalíticamente el gas de escape y el hidrocarburo.

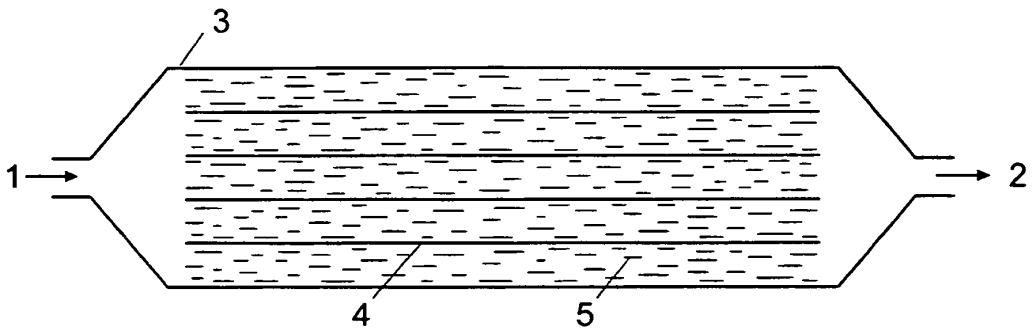


FIG 1

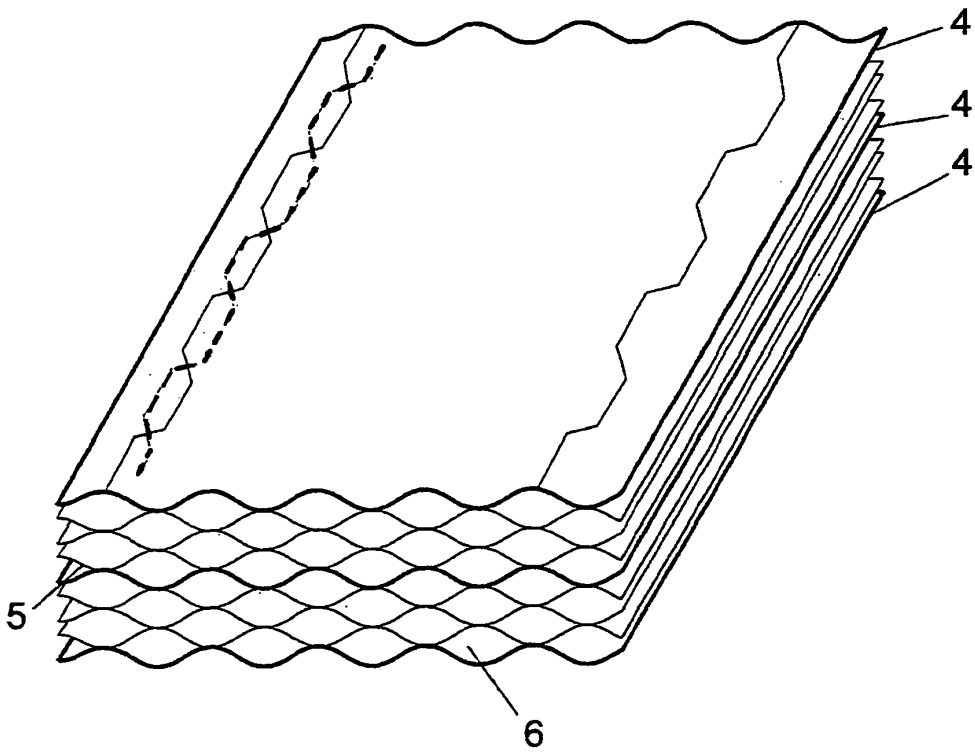


FIG 2

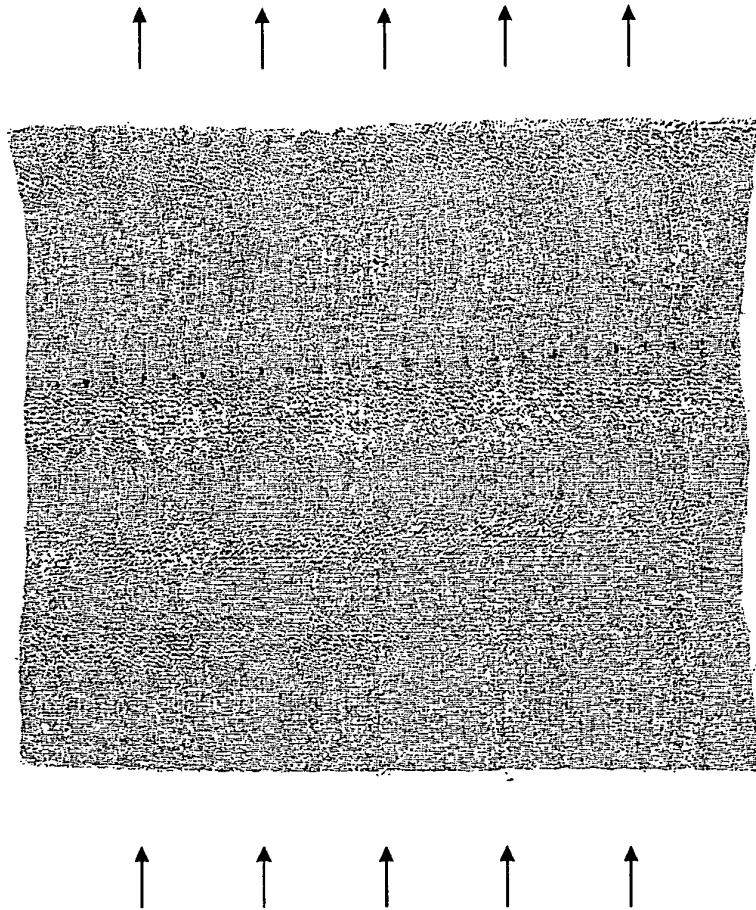


FIG 3

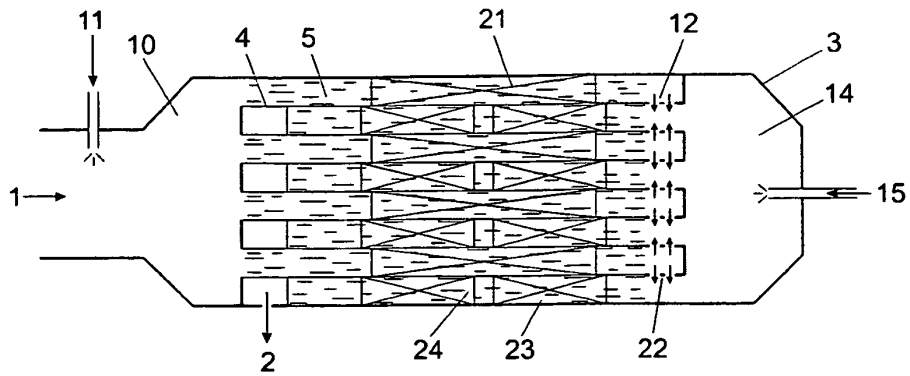


FIG 4a

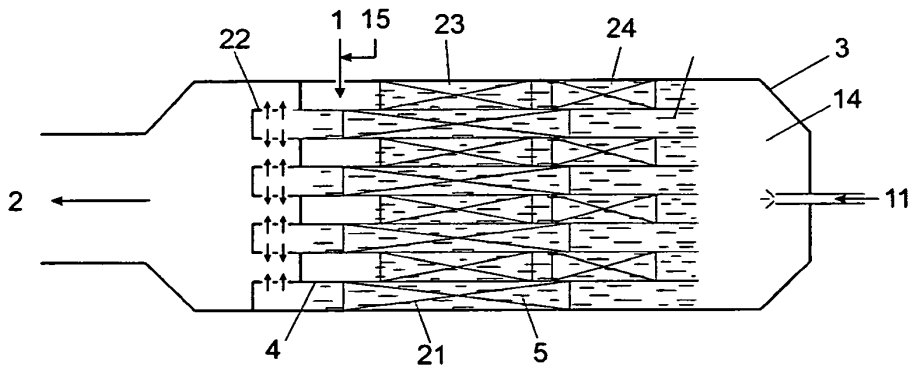


FIG 4b

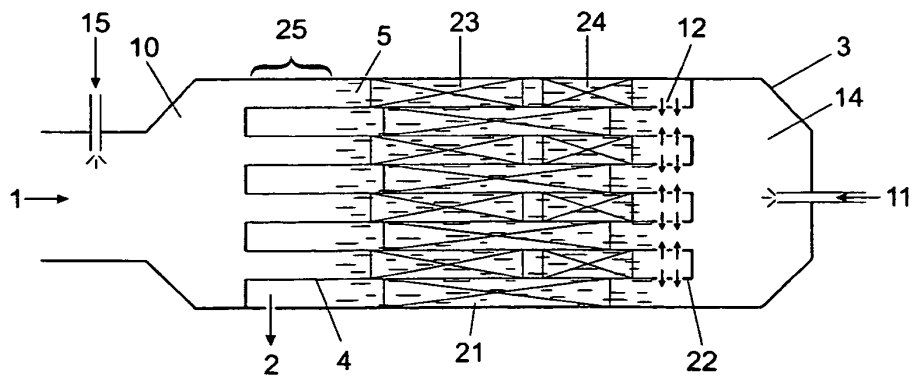


FIG 4c

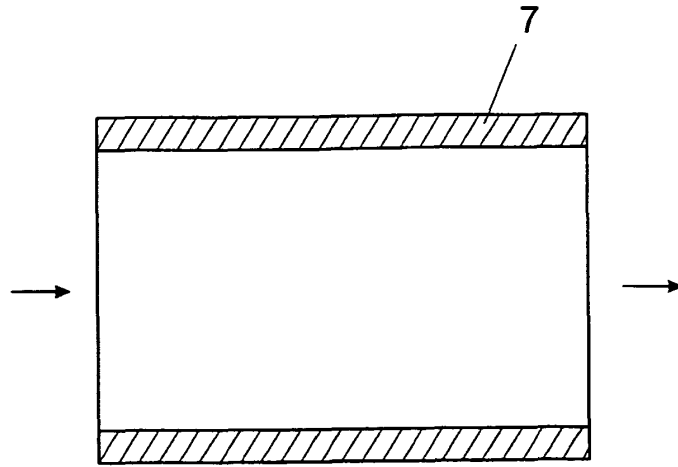


FIG 5a

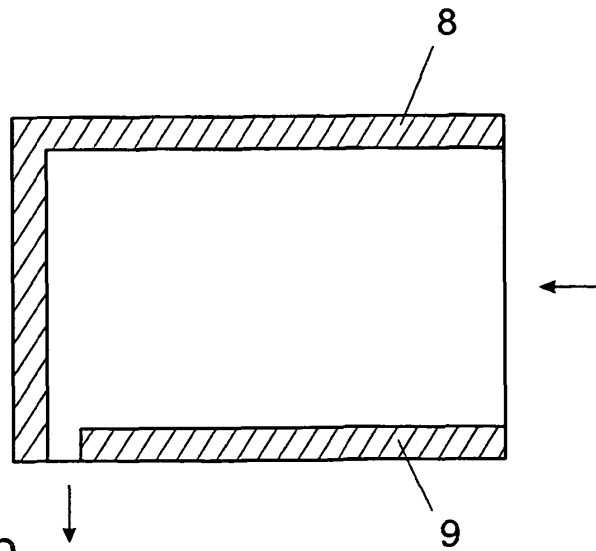


FIG 5b

