

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 923**

51 Int. Cl.:

F01N 3/021 (2006.01)

F01N 3/035 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

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: **16.12.2010 E 10809286 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2529091**

54 Título: **Dispositivo de postratamiento de los gases de escape de un motor de combustión interna**

30 Prioridad:

27.05.2010 FR 1054080

25.01.2010 FR 1050453

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

13.05.2016

73 Titular/es:

**PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SA (100.0%)
VPIB - LG081, Route de Gisy
78140 Vélizy Villacoublay, FR**

72 Inventor/es:

**LE TALLEC, THOMAS;
CHAPEL, JULIEN;
FERRAND, NICOLAS y
FERHAN, MEHDI**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 569 923 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 de postratamiento de los gases de escape de un motor de combustión interna

La presente invención recaba la prioridad de la solicitud francesa 1050453 presentada el 25 de enero de 2010 y la prioridad de la solicitud francesa 1054080 presentada el 27 de mayo de 2010.

- 5 La invención trata del campo de los medios de tratamiento de los contaminantes de los gases de escape de los motores de combustión.

Las emisiones contaminantes de los motores de combustión con que van equipados los vehículos automóviles están reguladas por unas normativas cada vez más estrictas. Los contaminantes regulados son –según la tecnología de motor de combustión que se considere– el monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos sin quemar (HC), los óxidos de nitrógeno (NOx) y las partículas.

- 10

Se conoce emplear un cierto número de medios de depuración en la línea de escape de los motores de combustión para limitar sus emisiones de contaminantes regulados. Un catalizador de oxidación permite el tratamiento del monóxido de carbono, de los hidrocarburos sin quemar y, en determinadas condiciones, de los óxidos de nitrógeno; para el tratamiento de las partículas de hollín, se puede emplear un filtro de partículas.

- 15 Estos dispositivos se designan en general por el término de medios de “postratamiento” de los gases de escape.

Para cumplir con las normativas anticontaminantes acerca de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), se puede introducir un sistema específico de postratamiento en la línea de escape de los vehículos, especialmente de los vehículos equipados con motores diésel. Para el tratamiento de los óxidos de nitrógeno (NOx), son conocidas tecnologías de reducción catalítica selectiva, o “SCR”, por “Selective Catalytic Reduction”, que consisten en reducir los NOx mediante introducción de un agente reductor (o de un precursor de tal agente reductor) en los gases de escape. Puede tratarse, por ejemplo, de una solución de urea, cuya descomposición va a permitir la obtención de amoníaco que servirá de agente reductor, pero también de un reductor o de un precursor de tal reductor en forma gaseosa. En la continuación del presente documento, se hablará, con carácter general, de “reductor” para designar un agente reductor o un precursor de agente reductor.

- 20

- 25 El agente reductor generado permite reducir los óxidos de nitrógeno por reacción en un catalizador SCR, es decir, un substrato portador de una impregnación catalítica apta para favorecer la reducción de los NOx mediante el agente reductor.

Las tecnologías de reducción catalítica selectiva presentan la ventaja de permitir un nivel de conversión muy elevado de los óxidos de nitrógeno.

- 30 Con carácter general, la catálisis SCR precisa añadir un substrato catalítico en la línea de escape, así como un medio de introducción del reductor en los gases de escape, que puede ser, por ejemplo, un inyector de reductor.

Convencionalmente, el catalizador SCR se ubica en los bajos del vehículo, lejos del motor, ya que el reductor inyectado necesita, por una parte, un largo recorrido por la línea de escape para descomponerse y, por otra, suficientes volúmenes libres para implantarse. Si la distancia recorrida por el reductor no es suficiente, hay un riesgo considerable de acumulación de carbonilla en la línea de escape.

- 35

Ahora bien, si se ubica este lejos de la salida del colector de escape del motor, o de la salida de la turbina en el caso de un motor sobrealimentado, el catalizador SCR puede no estar activo desde los primeros segundos de funcionamiento del vehículo y, entonces, deja pasar una cantidad importante de óxidos de nitrógeno sin tratar. Igualmente, el inyector de reductor, que precisa alcanzar un cierto nivel de temperatura para ser operativo (iniciación suficiente de la descomposición del precursor de urea (Adblue®) o precalentamiento del sistema dispensador de reductor (gas)), se resiente por este alejamiento de la salida del colector de escape. Por el documento WO2008/144385 A se conoce un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1. Por otro lado, se conoce, por el documento EP 2295754 A (el estado de la técnica tal como se define según el Artículo 54(3) CBE, que no es tenido en cuenta para el criterio de la actividad inventiva), una arquitectura de depuración que comprende, de aguas arriba a aguas abajo, un catalizador de oxidación, un acelerador de descomposición de urea, un mezclador de urea, un catalizador SCR y luego un filtro de partículas.

- 40
- 45

En la invención, se soluciona este problema proponiendo un conjunto de postratamiento que reúne, en un módulo compacto, el tratamiento de los HC y CO y el tratamiento de los NOx por reducción catalítica selectiva, y que permite, según la variante de la invención que se considere, una implantación dentro del espacio bajo el capó del motor de un vehículo automóvil. Adicionalmente, este dispositivo está optimizado en la invención para evitar el rociado del catalizador de oxidación con reductor, mediante la adopción de un precatalizador SCR posicionado entre el catalizador de oxidación y los medios de introducción de reductor en el escape.

- 50

Así, se propone un dispositivo de tratamiento de los óxidos de nitrógeno compacto, dentro de un solo “canning” o envuelta. Tal configuración participa en la reducción del volumen de implantación del conjunto de los medios de

- postratamiento de un motor de combustión, lo cual es fundamental, por ejemplo, en una aplicación en automoción. Tal como se propone en la invención, el dispositivo de postratamiento puede implantarse, por ejemplo, bajo del capó del motor de un vehículo automóvil. Esto conduce a un acercamiento del dispositivo de postratamiento al motor, originando un círculo virtuoso en el diseño del dispositivo: los elementos del dispositivo de postratamiento, al estar dispuestos en la proximidad de la salida de las cámaras de combustión del motor (bajo el capó y no en los bajos en una aplicación en automoción), gozan de condiciones térmicas favorables para un óptimo funcionamiento, lo cual permite reducir su tamaño para obtener una misma eficiencia de tratamiento, comparado con un dispositivo implantado en los bajos.
- 5
- Preferiblemente, el dispositivo incluye además un precatalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno entre el catalizador de oxidación y la boca.
- 10
- En efecto, la firma solicitante ha advertido la existencia de un riesgo de rociado del catalizador de oxidación con reductor (o precursor de agente reductor) introducido aguas abajo del mismo. Y es que se tiende a obtener un tamaño de gotas del reductor (o de su precursor) lo más pequeño posible en su introducción, con el fin de facilitar la mezcla del reductor en los gases de escape. Ahora bien, un estudio comparativo realizado por la firma solicitante sobre diversos inyectores de reductor muestra que tamaños finos de gotas generalmente van aparejados con un cono de pulverización ancho, lo cual aumenta el riesgo de rociado del catalizador de oxidación aguas arriba.
- 15
- Un fenómeno de este tipo es muy perjudicial, por dos principales razones. Por una parte, el reductor que entra contacto con el catalizador de oxidación es transformado (especialmente en el caso de un reductor basado en urea) en óxidos de nitrógeno, lo cual aumenta la cantidad de NOx que habrá de tratar el sistema. Por otra parte, el reductor así transformado sobre el catalizador es consumido a pérdida completa.
- 20
- El precatalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno así dispuesto permite la reducción de al menos una parte de los óxidos de nitrógeno presentes en los gases de escape mediante el bloque catalítico situado aguas arriba de la boca de los medios de introducción de reductor o de precursor de reductor, a saber, el precatalizador de reducción catalítica selectiva y ya no el catalizador de oxidación.
- 25
- Preferentemente, el precatalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno se constituye a partir de un bloque de una longitud (medida según la dirección de flujo de los gases de escape) inferior a 30 mm, y preferentemente, comprendida entre 20 mm y 30 mm. Al ser esta longitud generalmente inferior a las demás dimensiones del bloque, se puede hablar igualmente de "espesor" del precatalizador. El precatalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno podrá presentar especialmente un espesor de 1 pulgada (25,4 mm), unidad de longitud empleada generalmente dentro del campo del postratamiento de los gases de escape de automóvil. Una longitud así de escasa es suficiente, no obstante, para anular el riesgo de entrada en contacto del reductor sobre el catalizador de oxidación, hidrolizar el precursor de reductor que se inyectara a reflujo, permaneciendo al propio tiempo dentro de los límites de viabilidad industrial.
- 30
- El precatalizador puede presentar especialmente las mismas características generales (material del sustrato y/o densidad de celda y/o espesor de pared y/o revestimiento catalítico) que el catalizador de reducción selectiva de los óxidos de nitrógeno empleado en la invención. El precursor de agente reductor, dentro del ámbito de un dispositivo de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno que pone en uso urea, en contacto con esta rodaja catalítica, es entonces hidrolizado, lo cual a continuación permite su transformación en NH3 que, a su vez, será empleado en el postratamiento de los NOx.
- 35
- El precatalizador puede permitir igualmente, según la aplicación que se considere, reducir la longitud del catalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno (ya que una parte del tratamiento la asume el precatalizador de reducción catalítica selectiva). Al reducir la longitud del catalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno, se disminuye su inercia térmica, lo cual es un parámetro muy importante para la rapidez de aumento de temperatura del catalizador y, finalmente, para la eficiencia total del dispositivo.
- 40
- Preferentemente, el catalizador de oxidación presenta una densidad de celdas comprendida entre 62 y 140 celdas por centímetro cuadrado, y preferentemente, del orden de 93 celdas por centímetro cuadrado. La densidad de celdas corresponde al número de celdas o "canales" determinados en el catalizador por unidad de superficie, y observado según una sección transversal del catalizador, sensiblemente ortogonal al eje por el que los gases pueden atravesar el catalizador. Para un catalizador cilíndrico, se observa, por tanto, una sección transversal al eje principal del catalizador. En la práctica, si este presenta canales no ciegos, salientes ortogonalmente a la cara de entrada o de salida del catalizador, se observa la densidad de canales en la cara de entrada o de salida del catalizador.
- 45
- Preferentemente, el catalizador de oxidación presenta un espesor de pared comprendido entre 50 μm y 165 μm . Por espesor de pared se entiende el espesor de las paredes que separan dos canales de un catalizador.
- 50
- La utilización de altas densidades de celdas, típicamente de 600 CPSI (celdas por pulgada cuadrada), esto es, del orden de 93 celdas por cm^2 , y/o de escasos espesores de paredes, típicamente entre 2 milésimas de pulgada (aproximadamente 50 μm) y 6,5 milésimas de pulgada (aproximadamente 165 μm) en el catalizador de oxidación diésel permite aumentar su eficacia de conversión del monóxido de carbono y de los hidrocarburos sin quemar, así
- 55

como su facultad para transformar el monóxido de nitrógeno en dióxido de nitrógeno. Ahora bien, esto obedece a la obtención, tantas veces como sea posible, de una proporción NO₂/NO_x en los gases de escape tras el catalizador de oxidación cercana al 50 %, lo cual es necesario para el correcto funcionamiento de la reducción catalítica selectiva de los NO_x. Cabe también la posibilidad, en una variante, de posicionar dentro del dispositivo dos catalizadores de oxidación diésel consecutivos, de los cuales uno al menos de ambos presenta altas densidades de celdas, del orden de 600 celdas por pulgada cuadrada (aproximadamente 93 celdas por cm²), y/o escasos espesores de paredes, entre 2 milipulgadas (aproximadamente 50 µm) y 7 milipulgadas (aproximadamente 178 µm).

La obtención de un catalizador de oxidación particularmente eficaz obedece a la compacidad del dispositivo según la invención y, en consecuencia, a la posibilidad de implantarlo en la proximidad de la salida de las cámaras de combustión del motor y, por tanto, a la obtención de un dispositivo aún más compacto y fácil de implantar.

Preferentemente, el catalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno presenta una densidad de celdas comprendida entre 62 y 140 celdas por centímetro cuadrado, y preferentemente, del orden de 93 celdas por centímetro cuadrado.

Preferentemente, el catalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno presenta un espesor de pared comprendido entre 50 µm y 165 µm.

La utilización de altas densidades de celdas, típicamente de 600 CPSI (celdas por pulgada cuadrada) esto es, del orden de 93 celdas por cm², y/o de escasos espesores de paredes, típicamente entre 2 milésimas de pulgada (aproximadamente 50 µm) y 6,5 milésimas de pulgada (aproximadamente 165 µm) en el catalizador SCR permite aumentar su eficacia de conversión de los óxidos de nitrógeno. La obtención de un catalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno particularmente eficaz obedece a la compacidad del dispositivo según la invención y, en consecuencia, a la posibilidad de implantarlo en la proximidad de la salida de las cámaras de combustión del motor y, por tanto, a la obtención de un dispositivo aún más compacto y fácil de implantar. En una variante de la invención, se posicionan dentro del dispositivo dos catalizadores SCR consecutivos, de los cuales uno al menos de ambos presenta altas densidades de celdas (600 celdas por pulgada cuadrada (aproximadamente 93 celdas por cm²) y/o escasos espesores de paredes (2 milésimas de pulgada (aproximadamente 50 µm), 3,5 milésimas de pulgada (aproximadamente 89 µm), 7 milésimas de pulgada (aproximadamente 178 µm)), con el fin de aumentar su eficacia de conversión. El catalizador SCR, en una variante de la invención, puede presentar una impregnación catalítica heterogénea para optimizar su eficiencia o para mejorar su comportamiento (mantenimiento de las prestaciones) a lo largo del tiempo.

El mezclador es de un tipo que presenta una longitud de recorrido para gases que lo atraviesan al menos dos veces superior a la longitud que ocupa longitudinalmente dentro de la envuelta. La finalidad del mezclador es homogeneizar la mezcla entre los gases de escape y el reductor y, si se introduce un precursor de un agente reductor, favorecer la descomposición del precursor de reductor en agente reductor. El empleo de un mezclador que impone a los gases de escape un recorrido relativamente largo en comparación con la longitud del reductor, por ejemplo de un tipo que impone al gas un curso sensiblemente helicoidal, resulta particularmente adecuado para la invención. Este, mediante la obtención de una distancia de recorrido de los gases de escape superior a sus propias dimensiones, permite el empleo, dentro de un dispositivo compacto, de una solución basada en urea como precursor de amoníaco, aun cuando la hidrólisis de la urea en los gases de escape precisa de un tiempo nada desdeñable.

Tal mezclador permite especialmente la inyección de precursor de reductor en una sección de escape igual a la sección de los bloques de catálisis, es decir, en una envuelta que no presenta una particular restricción de sección en el punto de introducción del reductor. Adicionalmente, permite la obtención de estas prestaciones generando tan solo escasas pérdidas de carga.

En una variante preferida de la invención, el mezclador tiene una longitud inferior a 100 mm, y preferentemente inferior a 70 mm. En una aplicación en automoción tradicional, la mezcla del reductor con un reparto del 95 % de la misma cantidad en especie por toda la superficie de entrada del catalizador SCR y/o la descomposición completa de un precursor de reductor se pueden lograr a la salida del mezclador con un mezclador que impone al gas un curso sensiblemente helicoidal de una longitud, medida longitudinalmente dentro de la envuelta del dispositivo, del orden de 70 mm.

Debido al poco espacio que requiere y a su gran eficiencia, tal mezclador permite, dentro del ámbito de un sistema SCR que pone en uso un precursor de agente reductor basado en urea, mediante un posicionamiento del dispositivo en una zona térmicamente favorable, limitar el riesgo de acumulación de incrustaciones por la urea cristalizada (obteniendo provecho de una condición térmica favorable).

Preferentemente, la envuelta está dotada de un tramo convergente de salida dotado de una salida lateral, sensiblemente ortogonal a su entrada. Esto permite una más sencilla implantación del dispositivo. Esto es particularmente interesante en una aplicación en automoción en el caso en que el dispositivo según la invención está implantado verticalmente bajo un capó de motor: cabe así la posibilidad de relacionar el dispositivo con un circuito de escape en los bajos sensiblemente horizontal.

Preferentemente, la envuelta única es sensiblemente en forma de un cilindro dotado de un tramo divergente de

entrada y de un tramo convergente de salida, de una longitud total inferior a 700 mm. La aplicación de las características propuestas en la invención, por separado o combinadas, permite contener la longitud de la envuelta (y, por tanto, del conjunto del dispositivo) a una longitud aproximada de 700 mm, compatible con la implantación bajo el capó de un motor de un vehículo automóvil.

- 5 Preferentemente, el medio de introducción es un inyector del tipo de actuador por solenoide, o por piezoeléctrico, o mecánico o hidroneumático. El nivel de presión de inyección empleado se adapta en función de la eficiencia de los elementos de interfaz (típicamente, de 4 a 30 bares).

10 El inyector de precursor de reductor o de reductor tiene, en la presente invención, unas características funcionales y geométricas optimizadas, que participan en la compactibilidad del dispositivo según la invención. El empleo de un inyector del tipo de actuador por solenoide, o por piezoeléctrico, o mecánico o hidroneumático, cuyo nivel de presión de inyección dependerá de la eficacia de los elementos de interfaz. Típicamente, una presión de inyección de 4 a 30 bares para la introducción de un reductor (o precursor) líquido permite en particular un tamaño de gotas del orden de 30 a 100 micrómetros, compatible con la invención. También permite la obtención de una velocidad de penetración de la pulverización, medida a la salida de inyector, del orden de 10 a 30 m/s, compatible con la invención. Adicionalmente, se posiciona el inyector al objeto de favorecer la mezcla del reductor en los gases de escape. La capacidad de integración del inyector de precursor dentro del entorno geométrico disponible puede precisar además descentrar el eje de la pulverización de inyección del eje del inyector un ángulo del orden de -15° a $+15^\circ$.

20 Preferentemente, el medio de introducción de reductor está posicionado en oposición a una sección de envuelta idéntica a la sección transversal del catalizador de reducción catalítica selectiva. Tal organización, permitida por la conjugación de un mezclador eficiente y de la optimización de los medios de introducción de reductor, permite la obtención de una geometría de envuelta y, con ello, de dispositivo, simple y compacta.

25 El dispositivo incluye un filtro de partículas, dentro de la envuelta única. Así, se obtiene, en un conjunto compacto, un dispositivo de tratamiento del conjunto de los contaminantes regulados en una aplicación en automoción (CO, HC, NOx y partículas).

En una variante de la invención, el filtro de partículas está posicionado aguas abajo del catalizador de reducción catalítica selectiva.

30 En una variante de la invención, se pone en uso un sustrato único para el catalizador de reducción catalítica selectiva y el filtro de partículas. Se obtiene así en la invención un dispositivo particularmente optimizado en términos de espacio ocupado de masa y de precio de coste. El empleo de un único sustrato para constituirse en filtro de partículas y llevar una impregnación catalítica para la SCR permite la realización de estas funciones en un volumen netamente menor que empleando dos sustratos separados. La presencia de una impregnación SCR tan solo repercute escasamente en la capacidad de filtrado y de almacenamiento del filtro de partículas, en tanto que un sustrato del tipo filtro de partículas está perfectamente adaptado para llevar una impregnación catalítica SCR. El empleo de una impregnación SCR heterogénea adquiere entonces sentido pleno, especialmente para garantizar un correcto mantenimiento de la eficiencia de la SCR a lo largo del tiempo, pese a sollicitaciones térmicas de consideración ligadas a las regeneraciones del filtro de partículas.

40 La invención trata asimismo de un conjunto que incluye un colector de escape, un dispositivo de postratamiento tal y como se describe en la invención y un conducto que relaciona el colector de escape con el dispositivo de postratamiento, caracterizado por que el conducto presenta una longitud de, como máximo, 30 cm. Así, tal conjunto permite disfrutar de condiciones térmicas favorables para la eficiencia (o para la reducción de volumen por una misma eficiencia) de los diferentes elementos del dispositivo de postratamiento. En especial, el catalizador de oxidación conoce una subida de temperatura más rápida y una mejor eficacia de conversión, lo mismo que para el catalizador SCR, la mezcla y la ocasional descomposición del reductor se ven favorecidas, y el filtro de partículas – para las variantes de la invención provistas de él– se regenera de manera más eficaz.

45 El conducto entre el colector de escape y el dispositivo según la invención puede incluir además una o varias turbinas de turbocompresor dentro del ámbito de un motor sobrealimentado y, en particular, el dispositivo según la invención puede estar unido directamente al cárter de un turbocompresor, a la salida de una turbina.

50 La invención trata asimismo de un vehículo dotado de un compartimento motor y de un conjunto según la invención, caracterizado por que el conjunto está contenido dentro del compartimento motor. En un vehículo de este tipo, el empleo de un conjunto según la invención permite, dentro del espacio bajo el capó, obtener un medio eficiente de depuración al propio tiempo que ofrece numerosas ventajas en cuanto a arquitectura general del vehículo, liberando volúmenes bajo el piso comúnmente empleados para albergar elementos de postratamiento de los gases de escape.

55 La invención queda seguidamente descrita con mayor detalle y con referencia a las figuras, que representan esquemáticamente el sistema en su forma preferente de realización.

La figura 1 presenta de manera esquemática un motor y su línea de escape.

La figura 2 presenta de manera esquemática un motor y su línea de escape.

Las figuras 3 a 6 presentan de manera esquemática un motor y su línea de escape incluyendo un dispositivo según variantes de la invención.

La figura 7 presenta una vista exterior de un conjunto según la invención.

5 En la figura 1, se propone un dispositivo de tratamiento de los gases de escape de un motor 1. Este dispositivo incluye, dentro de una misma envuelta 2 (que también podemos designar con el término anglosajón "canning") y según el sentido de flujo, un catalizador de oxidación 3, una boca 41 de un medio de introducción de reductor 4 (o de un precursor de agente reductor), un mezclador 5 y un catalizador SCR 6 (catalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno).

10 En la aplicación representada en la figura 1, la línea de escape incluye además un filtro de partículas 7, para atrapar las partículas de hollín de los gases de escape.

En el funcionamiento del motor 1, los gases de escape atraviesan en primer lugar el catalizador de oxidación 3. Se eliminan así de los gases de escape el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos sin quemar (HC). El catalizador de oxidación 3 también permite transformar una parte del monóxido de nitrógeno (NO) en dióxido de nitrógeno (NO₂), transformación esta que es necesaria para mejorar la reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno (NO_x) sobre el catalizador SCR 6. En una variante de la invención, se puede utilizar sobre el catalizador de oxidación 3 un revestimiento específico encaminado a almacenar la totalidad o parte de las emisiones de óxidos de nitrógeno, especialmente cuando el catalizador SCR 6 no ha alcanzado una temperatura suficiente para encargarse de una correcta conversión de los óxidos de nitrógeno. Se habla entonces de una función de adsorbedor de óxidos de nitrógeno incluida en el catalizador de oxidación diésel 3. Por lo tanto, el catalizador de oxidación convierte CO y HC, pero, sobre todo, en la presente invención, produce una proporción NO₂/NO_x cercana al 50 % la mayoría de las veces. Esta funcionalidad se logra con una reducida ocupación de espacio merced a la utilización de geometrías particulares en la densidad de celdas y el espesor de las paredes. Preferentemente, se utiliza un catalizador de oxidación que presenta del orden de 600 CPSI (cells per square inch), esto es, aproximadamente 93 celdas por centímetro cuadrado, y un espesor de pared comprendido entre 2 milésimas de pulgada (aproximadamente 50 μm) y 6,5 milésimas de pulgada (aproximadamente 165 μm).

El medio de introducción de reductor 4 permite introducir en la línea de escape, por su boca 41, un reductor o un precursor de reductor, reductor necesario para encargarse de la reacción de reducción de los óxidos de nitrógeno sobre el catalizador SCR 6. El reductor lo proporciona una fuente (no representada) que puede ser una fuente de reductor líquida (solución de urea, formiato de guanidina), gaseosa (tipo amoníaco a presión) y sólida (sales de amoníaco).

El reductor se descompone en el mezclador 5, a lo largo de una distancia muy corta. Conviene para tal fin emplear un mezclador que tenga una gran eficiencia, por ejemplo por imponer a los gases que lo atraviesan una distancia de recorrido ampliamente superior a sus dimensiones exteriores y/o por generar turbulencias en el flujo gaseoso que favorezcan su mezcla. En una aplicación en automoción, se ha conseguido en ensayos la obtención de una mezcla suficiente con un mezclador que presenta una dimensión de 69 mm (medida longitudinalmente dentro de la envuelta) y que origina una pérdida de carga limitada a aproximadamente 100 milibares. Finalmente, las partículas de hollín se acumulan sobre el filtro de partículas 7, reduciendo así su presencia a la salida del escape.

La figura 2 presenta un dispositivo muy parecido al representado en la figura 1, salvo con la diferencia de que presenta además un precatalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno 61 entre el catalizador de oxidación 3 y la boca 41.

El precatalizador SCR 61 corresponde a un bloque catalítico SCR preferentemente de escasa longitud, del orden de 1 pulgada (25,4 mm aproximadamente). Puede presentar las mismas características que el catalizador SCR 6, especialmente en lo que concierne a la impregnación catalítica.

45 El precatalizador SCR 61 permite evitar que parte del reductor (o del precursor de agente reductor) introducido en la línea de escape pueda entrar en contacto con el catalizador de oxidación, sobre el cual se podría transformar en NO_x (especialmente, en el caso de un reductor basado en urea). Este fenómeno puede producirse especialmente, en determinadas condiciones de utilización, cuando el medio de introducción de reductor 4 es un inyector que presenta un amplio cono de inyección.

50 La introducción del precatalizador SCR 61 puede permitir igualmente, según la aplicación que se considere, reducir el volumen del catalizador SCR 6, al asumir el precatalizador una parte del tratamiento de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno.

Tal precatalizador puede ser empleado ventajosamente en todas las variantes de la invención, especialmente cuando el medio de introducción de reductor 4 es tal que induce un riesgo de rociado del catalizador de oxidación 3 con reductor.

En la figura 3, se ha representado esquemáticamente un motor 1 y su línea de escape, incluyendo un dispositivo según una variante de la invención. La configuración es parecida a la que se presenta en la figura 1, pero difiere en que la línea de escape está dotada de un dispositivo según una variante de la invención en la que el filtro de partículas 7 se halla dispuesto dentro de la única envuelta 2, aguas abajo del catalizador SCR 6.

- 5 La figura 4 presenta un dispositivo muy parecido al representado en la figura 3, salvo con la diferencia de que presenta además un precatalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno 61 entre el catalizador de oxidación 3 y la boca 41.

En la figura 5, se ha representado esquemáticamente un motor 1 y su línea de escape, incluyendo un dispositivo según una variante de la invención. La configuración es parecida a las presentadas anteriormente, pero difiere de ellas por la presencia de un único substrato 6', que cumple a la vez el cometido de filtro de partículas y el de catalizador SCR. Por lo tanto, el substrato único 6' puede ser un monolito de carburo de silicio o de cordierita o titanato de aluminio, por ejemplo, recubierto con una impregnación catalítica que permite la reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno.

15 Preferentemente y en una aplicación en automoción de la invención, la envuelta única 2 se halla dispuesta dentro del espacio bajo el capó que alberga el motor 1. En una variante de la invención no representada, entre la salida del motor (generalmente un colector de escape) y el dispositivo según la invención contenido dentro de la envuelta única 2, puede ir dispuesta una (o varias) turbina(s) de turbocompresor.

20 Con objeto de maximizar la eficiencia de los diferentes elementos del dispositivo según la invención y permitir así la reducción de su volumen para alcanzar un nivel de eficiencia que interesa, el conducto que relaciona la salida del motor con la entrada a la envuelta única 2 es lo más corto posible. Preferiblemente, en una aplicación en automoción de la invención, el conducto que relaciona la salida de un colector de escape del motor 1 con la entrada al dispositivo de postratamiento conforme a la invención es inferior a 30 cm.

25 La figura 6 presenta un dispositivo muy parecido al representado en la figura 5, salvo con la diferencia de que presenta además un precatalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno 61 entre el catalizador de oxidación 3 y la boca 41.

En la figura 7 se presenta una vista exterior de un dispositivo de postratamiento conforme a una variante de la invención. La envuelta única 2 del dispositivo presenta un tramo divergente de entrada 21, por el que son introducidos los gases de escape que han de tratarse, y un tramo convergente de salida 22, por el que vuelven a salir del dispositivo los gases tratados en él.

30 En la variante de la invención representada en este punto, el tramo divergente 21 o cono de entrada está optimizado en volumen, al propio tiempo que preserva el criterio de pérdida de carga del conjunto del sistema. Su geometría tiene asimismo por objetivo optimizar el rociado del catalizador de oxidación.

35 La geometría convergente de salida 22, o cono de salida, está optimizada con el fin de reducir su longitud, al propio tiempo que preserva el criterio de pérdida de carga del conjunto del sistema. En particular, en la variante de la invención representada en este punto, el tramo convergente de salida presenta una forma aplanada, con una salida lateral sensiblemente ortogonal al eje principal del dispositivo, que presenta en este punto la forma general de un cilindro. Tal arquitectura permite reducir la longitud total del dispositivo según la invención, y permite asimismo facilitar su implantación vertical en el espacio bajo el capó de un vehículo automóvil, relacionando el tramo convergente de salida 22 con un conducto de escape en los bajos sensiblemente horizontal.

40 En la variante de la invención representada en este punto, el medio de introducción de reductor 4 adopta la forma de un inyector del tipo de actuador por solenoide, o por piezoeléctrico, o mecánico o hidroneumático, cuyo nivel de presión de inyección dependerá de la eficiencia de los elementos de interfaz (típicamente de 4 a 30 bares), cuya boca en correspondencia con la cabeza de inyector está contenida dentro de la envuelta común 2. Por lo tanto, el inyector tiene salida a una sección de escape sensiblemente igual a la sección de los bloques de catálisis, que no presenta una particular restricción de sección. Adicionalmente, el medio de fijación del inyector a la envuelta única 2 puede adoptar la forma de una base que impone un ángulo predefinido entre el inyector y la dirección de la corriente gaseosa por el dispositivo (o el eje principal del dispositivo, o cualquier otra referencia geométrica), optimizándose el ángulo, empíricamente o con el concurso de medios de simulación, para obtener un adecuado compromiso entre la mejora de la mezcla del reductor en los gases de escape y la reducción del volumen necesario para la implantación del medio de introducción de reductor 4.

Así, la invención presenta múltiples ventajas técnicas. Ofrece un dispositivo de postratamiento particularmente compacto, especialmente con posibilidad de permitir su integración en el espacio bajo el capó de un vehículo automóvil, por ejemplo en el frente delantero. Una integración bajo el capó ofrece una mayor libertad de arquitectura en el diseño de los vehículos, liberando abundantes volúmenes bajo el piso.

55 Adicionalmente, el dispositivo tal y como se describe en la invención origina un círculo virtuoso en el diseño del dispositivo de postratamiento. La optimización aportada, al permitir una instalación cercana a la salida del motor, aumenta la eficiencia del conjunto de los elementos de postratamiento puestos en uso, lo cual permite reducir su

volumen para la obtención de un nivel de eficiencia dado. En efecto, la solución desarrollada en la invención permite acercar los elementos de depuración al motor, y con ello, al foco calorífico, y con ello, aumentar su eficiencia. Además, esta solución permite reducir el volumen total de los elementos de depuración que el vehículo habrá de llevar embarcados.

- 5 La reducción dimensional de los elementos de postratamiento presenta, además, ventajas en cuanto a costes y a masa. En particular, la invención permite la reducción de la longitud del o los cannings metálicos y la reducción de la cantidad de metales preciosos portados, especialmente, por el catalizador de oxidación. Y es que la función de reducción de los óxidos de nitrógeno sobre el filtro de partículas - SCR precisa de una correcta transformación del monóxido de nitrógeno (NO) en dióxido de nitrógeno (NO₂) por el catalizador de oxidación. Esta transformación es dependiente de la cantidad de metales preciosos embarcados en el catalizador de oxidación. La optimización de la reducción de los óxidos de nitrógeno, inducida por el acercamiento del catalizador SCR al foco caliente, reduce la dependencia de esta función de la transformación de NO en NO₂ por el catalizador de oxidación diésel, por lo que reduce la cantidad de metales preciosos que este último habrá de llevar embarcados.

10 En las variantes de la invención que incluyen además un precatalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno, la invención permite, además:

- 15 • impedir el contacto del precursor o del reductor sobre el catalizador de oxidación;
- mejorar la eficiencia de depuración reduciendo la inercia térmica;
- incrementar las posibilidades de elección de las impregnaciones catalíticas entre el precatalizador y el catalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno.

20 Múltiples son también los intereses económicos de estas variantes, especialmente debido a una reducción de la cantidad de metales preciosos que habrá de llevar embarcados el catalizador de oxidación diésel y a una reducción de la longitud total de catalizador SCR (suma de la longitud del precatalizador y del catalizador de oxidación catalítica selectiva).

25 La invención permite además contemplar la sencilla introducción de la tecnología de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno en los vehículos automóviles que presentan un motor diésel de pequeña o mediana cilindrada (típicamente inferior a 2,2 L de cilindrada).

La introducción de la tecnología de reducción catalítica selectiva en los vehículos permite además autorizar emisiones superiores de óxidos de nitrógeno a la salida del motor, lo cual permite la adopción de modos de combustión que reducen el consumo del motor y sus emisiones de CO₂.

30 Finalmente, la variante de la invención que prevé el empleo de un único sustrato para las funciones de filtro de partículas y de catalizador SCR permite la obtención de un dispositivo de postratamiento para el tratamiento del conjunto de los contaminantes regulados de los gases de escape de un vehículo automóvil.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de postratamiento de los gases de escape de un motor de combustión (1) que incluye, según el sentido de flujo de los gases de escape del motor:
- Un catalizador de oxidación (3);
- 5
- una boca (41) de un medio de introducción (4) de reductor o de precursor de un reductor para la reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno;
 - un mezclador (5) para la mezcla de los gases de escape y del reductor y/o la conversión del precursor en reductor;
 - un catalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno (6);
- 10 estando reunidos los citados elementos dentro de una única envuelta (2),
- caracterizado por que incluye además un filtro de partículas (7) dentro de la envuelta única, estando dicho filtro de partículas, bien posicionado aguas abajo del catalizador de reducción catalítica selectiva, o bien constituido por un sustrato único (6') que cumple a la vez el cometido de filtro de partículas y el de catalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno, y por que el mezclador (5) es de un tipo que presenta una longitud de recorrido para gases que lo atraviesan al menos dos veces superior a la longitud que ocupa longitudinalmente dentro de la envuelta (2).
- 15
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que incluye además un precatalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno (61) entre el catalizador de oxidación (3) y la boca (41).
3. Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado por que el precatalizador de reducción catalítica selectiva (61) está constituido a partir de un bloque de una longitud inferior a 30 mm, y preferentemente comprendida entre 20 mm y 30 mm.
- 20
4. Dispositivo según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que el catalizador de oxidación (3) presenta una densidad de celdas comprendida entre 62 y 140 celdas por centímetro cuadrado, y preferentemente del orden de 93 celdas por centímetro cuadrado.
- 25
5. Dispositivo según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que el catalizador de oxidación (3) presenta un espesor de pared comprendido entre 50 μm y 165 μm .
6. Dispositivo según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que el catalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno (6) presenta una densidad de celdas comprendida entre 62 y 140 celdas por centímetro cuadrado, y preferentemente del orden de 93 celdas por centímetro cuadrado.
- 30
7. Dispositivo según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que el catalizador de reducción catalítica selectiva de los óxidos de nitrógeno (6) presenta un espesor de pared comprendido entre 50 μm y 165 μm .
8. Dispositivo según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que el mezclador (5) tiene una longitud inferior a 100 mm y preferentemente inferior a 70 mm.
- 35
9. Dispositivo según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que la envuelta (2) está dotada de un tramo convergente de salida (22) dotado de una salida lateral, sensiblemente ortogonal a su entrada.
10. Dispositivo según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que la envuelta única (2) es sensiblemente en forma de un cilindro dotado de un tramo divergente de entrada (21) y de un tramo convergente de salida (22), de una longitud total inferior a 700 mm.
- 40
11. Dispositivo según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que el medio de introducción (4) es un inyector del tipo de actuador por solenoide, o por piezoeléctrico, o mecánico o hidroneumático.
12. Dispositivo según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que el medio de introducción (4) está posicionado en oposición a una sección de envuelta idéntica a la sección transversal del catalizador de reducción catalítica selectiva (6).
- 45
13. Conjunto que incluye un colector de escape, un dispositivo de postratamiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones y un conducto que relaciona el colector de escape con el dispositivo de postratamiento, caracterizado por que el conducto presenta una longitud de, como máximo, 30 cm.
14. Vehículo dotado de un compartimento motor y de un conjunto según la reivindicación 13, caracterizado por que el conjunto está contenido dentro del compartimento motor.
- 50

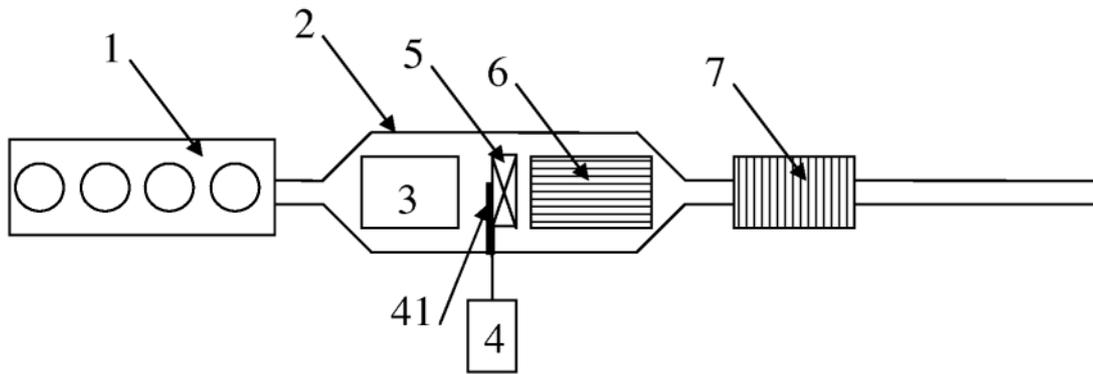


FIGURA 1

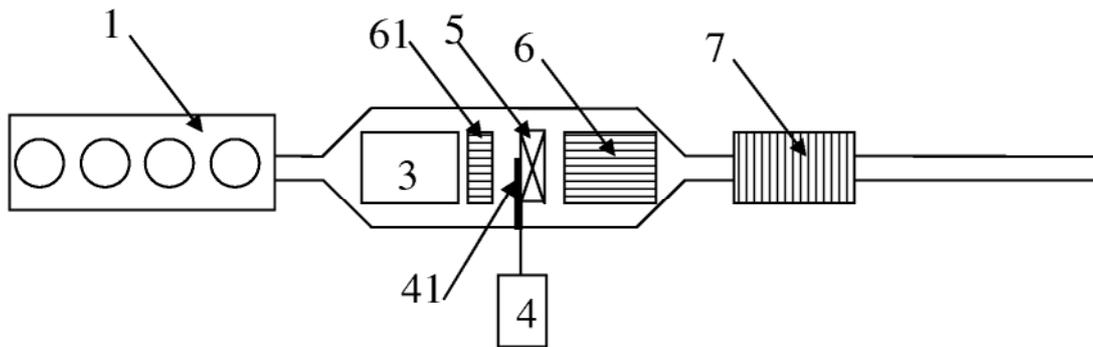


FIGURA 2

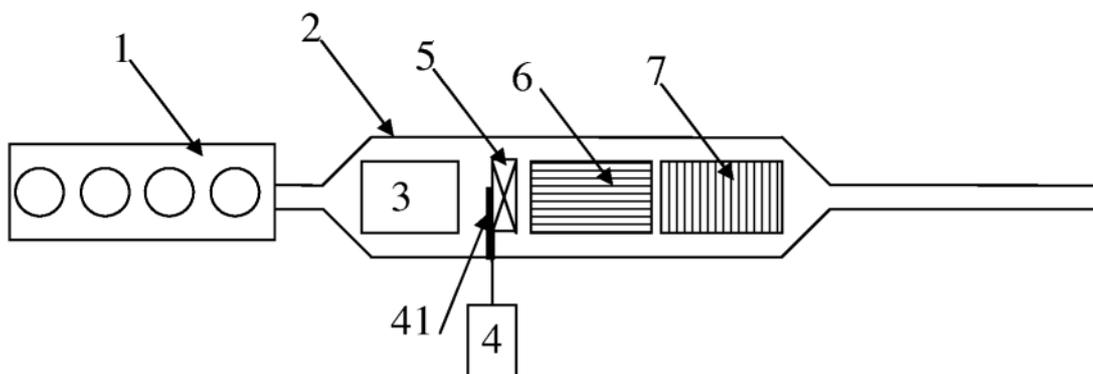


FIGURA 3

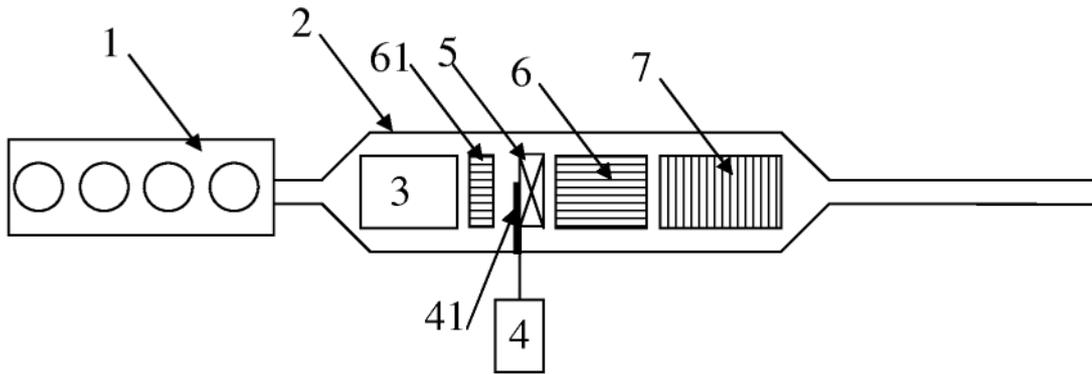


FIGURA 4

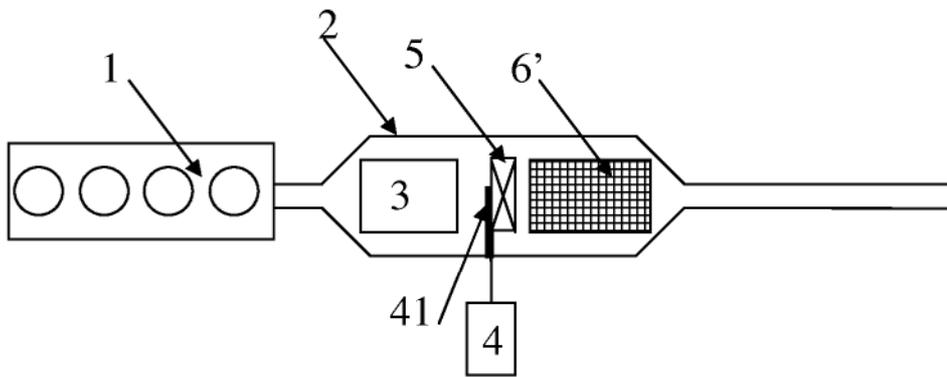


FIGURA 5

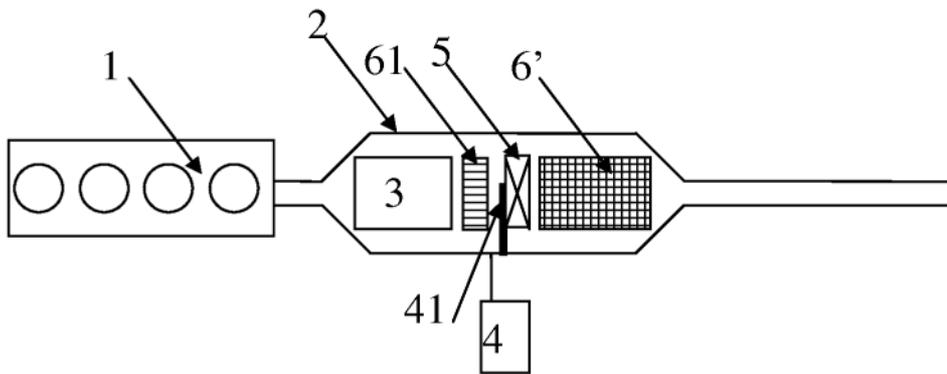


FIGURA 6

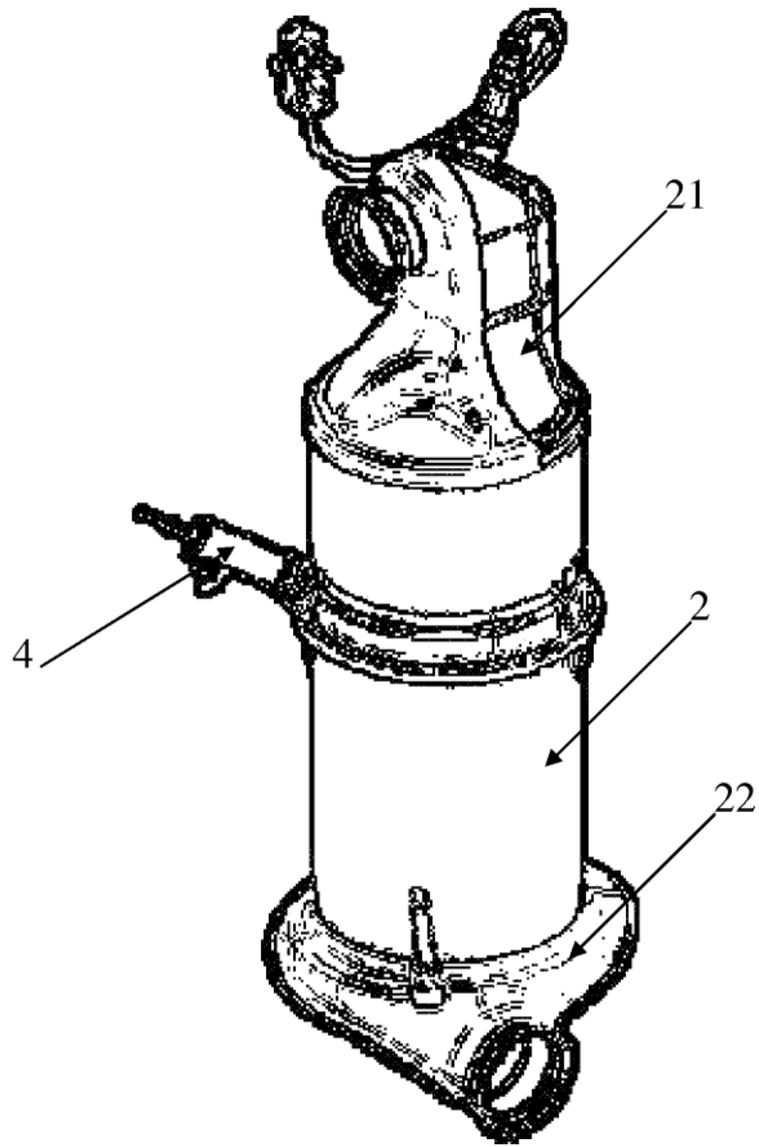


FIGURA 7