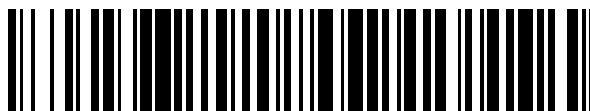


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 813**

51 Int. Cl.:

**F01N 3/035** (2006.01)

**F01N 3/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2009 E 09014432 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2013 EP 2192279**

54 Título: **Sistema de tratamiento posterior de gas de escape para un motor de combustión interna**

30 Prioridad:

**26.11.2008 DE 102008059078**

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

**17.10.2013**

73 Titular/es:

**DEUTZ AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
OTTOSTRASSE 1  
51149 KÖLN, DE**

72 Inventor/es:

**SCHRAML, STEPHAN, DR. y  
NORK, BENEDIKT**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 425 813 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**

Sistema de tratamiento posterior de gas de escape para un motor de combustión interna

5 La invención se refiere a un sistema de tratamiento posterior de gas de escape, en particular para un motor de combustión interna de autoencendido, con un catalizador DeNO<sub>x</sub> empleado en una tubería de gas de escape, un filtro de partículas y un dispositivo de introducción de agente reductor.

10 Un sistema de tratamiento posterior de gas de escape de este tipo se conoce del documento EP 1 054 722 B1. El sistema de tratamiento posterior de gas de escape descrito en este documento es un sistema para la reducción catalítica selectiva (SCR – siglas en inglés) para el tratamiento de NO<sub>x</sub> y un filtro de partículas para el tratamiento de gas de escape de la combustión con contenido en partículas residuales, que comprende un catalizador de oxidación, un filtro de partículas, un dispositivo de incorporación de un agente reductor y un catalizador SCR que, además de ello, están conectados en la tubería de gas de escape en esta secuencia.

15 El documento WO 2008/137028 A1 da a conocer un sistema de tratamiento posterior de gas de escape con quemador, DPF y catalizador SCR.

20 A partir del documento WO 2008/103109 A1 se conoce un procedimiento de control para controlar un sistema de tratamiento posterior de gas de escape con catalizador de oxidación Diesel, DPF y SCR.

El documento DE 10 2004 019 659 muestra un dispositivo de control de las emisiones de gas de escape con quemador, catalizador de oxidación y filtro de partículas.

25 En el documento EP 0 719 911 se da a conocer un dispositivo para la regeneración de un filtro de partículas con quemador de dos etapas.

30 La invención tiene por misión continuar desarrollando un sistema de este tipo, en particular en relación con la posibilidad de regeneración del filtro de partículas y de la eficacia del tratamiento posterior catalítico de NO<sub>x</sub>.

La invención se basa, primero, en el reconocimiento de que los límites de emisión EU6 / Tier4 previsiblemente obligarán finalmente a los diseñadores y fabricantes de camiones y autobuses así como de motores industriales, a pasar a emplear conjuntamente filtros de partículas (Diesel) y sistemas DeNO<sub>x</sub> (por ejemplo catalizadores SCR).

35 En este caso, ante todo es problemático:

Las bajas temperaturas del gas de escape de motores de combustión interna de autoencendido (motores Diesel) dificultan grandemente una purificación química o física del gas de escape. La reducción de los óxidos nitrogenados (NO<sub>x</sub>) tiene lugar, por norma general, mediante sistemas catalíticos, por ejemplo un catalizador SCR. Sin embargo, éstos funcionan sólo eficazmente en una ventana de temperaturas a partir de aprox. 300 °C. También los filtros de partículas que se regeneran de forma continua trabajan asimismo sólo a partir de aprox. 250 °C. Por debajo de 300 °C no es posible, o sólo lo es con una gran complejidad un tratamiento posterior eficaz del gas de escape. En el caso de vehículos industriales, las temperaturas del gas de escape en el funcionamiento diario caen en el caso de muchas aplicaciones a menudo claramente por debajo de 300 °C.

45 La Legislación ha reconocido estas circunstancias y ha reaccionado con el nuevo ciclo de examen dinámico muy frío WHTC (World-Harmised-Transiet-Cycle) para aplicaciones en carretera. Para aplicaciones de todo terreno, existe el ciclo de examen NRTC (Nonroad Transient Cycle).

50 Uso de AGR

Para la reducción de las emisiones brutas de NO<sub>x</sub> emitidas por el motor de combustión interna de autoencendido es habitual el empleo de un retorno del gas de escape (AGR – siglas en alemán) externo enfriado. En este caso, el gas de escape se recoge, se enfría y se mezcla de nuevo con el aire de combustión aspirado. Con ello se alcanza una reducción de la presión parcial de N<sub>2</sub> que actúa en contra de la formación de NO<sub>x</sub> nocivo durante la combustión. Mediante la disminución del contenido en O<sub>2</sub> en la recirculación de gas de escape en el aire aspirado del motor resultan, sin embargo, emisiones adicionales de partículas. El gas de escape a retornar debe enfriarse, el refrigerador a instalar es costoso y ocupa en el vehículo un espacio valioso. En el caso de utilizar un retorno del

5 gas de escape se requiere una técnica de medición y de regulación muy compleja para la determinación de la velocidad de retorno del gas de escape. El control electrónico del motor de combustión interna debe poder determinarse y regularse con exactitud en cada estado de funcionamiento de la velocidad de retorno del gas de escape. Sensores y algoritmos de reguladores correspondientes en el aparato de control son costosos de desarrollar. Un gran número de sensores para la regulación del recorrido del aire es muy caro y conlleva el riesgo de una robustez menor.

#### Inyección a alta presión

10 En el caso de emplear un retorno de gas de escape se puede actuar en contra de la formación creciente de emisiones de partículas durante la combustión mediante una presión de inyección elevada del combustible. Presiones de inyección elevadas requieren componentes nuevos y costosos del sistema de inyección, por ejemplo en forma de un sistema colector general de admisión.

#### 15 Cristalización

20 En el caso de la aplicación de catalizadores SCR, al gas de escape se le aporta, delante del catalizador, una disolución acuosa de urea que en el gas de escape se descompone en vapor de agua y  $\text{NH}_3$ . Si esto sucede a temperaturas del gas de escape demasiado bajas puede producirse la formación de una cristalización. Estas acumulaciones locales, por ejemplo en forma de melamina, pueden conducir, en el peor de los casos, a una obstrucción de la instalación del gas de escape.

#### NTE (Not to Exceed – No sobrepasar)

25 La “Not-To-Exceed Area” (“zona a no sobrepasar”) obliga al diseñador a unificar muy intensamente la emisión de gases de escape nocivos en toda la zona de funcionamiento del motor de combustión interna. Esta unificación requerida por el legislador se opone al fundamento de la física de que la formación de óxidos nitrogenados es, entre otros, una función del tiempo. En el caso de una combustión en el motor de combustión interna resultan, por lo tanto, un número relativamente elevado de óxidos nitrogenados a bajos números de revoluciones. La exigencia  
30 “NTE” representa un agravamiento considerable del requisito establecido a las emisiones de sustancias nocivas de los motores de combustión interna.

Este problema establecido se resuelve mediante un sistema de tratamiento posterior de gas de escape según las reivindicaciones 1 a 8.

35 En el caso de la ejecución de la invención, el sistema del quemador está realizado como sistema escalonado. En este caso, la primera etapa del quemador está realizada de modo que con esta etapa se alcanzan temperaturas del gas de escape en el intervalo de aprox. 300 °C. Esta etapa se ejecuta, por ejemplo, de modo que al quemador le pueden ser aportados, a través de un dispositivo con toberas de combustible, combustible y, además, aire de  
40 combustión, y el aire de combustión es mezclado con el combustible que sale del dispositivo con toberas de combustible en una tobera atomizadora de paso de aire en espiral conectada a continuación.

Esta ejecución hace posible, mediante el empleo de un quemador, una función claramente mejorada de todo el sistema de tratamiento posterior de gas de escape. El empleo del quemador posibilita un calentamiento activo del  
45 sistema de tratamiento posterior de gas de escape con los componentes expuestos.

El dispositivo de introducción de agente reductor y el catalizador  $\text{DeNO}_x$  se emplean para la reducción de óxidos nitrogenados en el gas de escape. A través del dispositivo de introducción se introduce en la tubería de gas de escape, por ejemplo, una disolución acuosa de urea (AdBlue) que en el catalizador SCR reacciona con los óxidos  
50 nitrogenados en el gas de escape. Para esta reacción se requiere, en el caso de los grados de eficacia elevados pretendidos, una temperatura del gas de escape de al menos aprox. 300 °C.

En un perfeccionamiento de la invención, en la dirección de flujo del gas de escape está dispuesto, a continuación del quemador, un catalizador de oxidación Diesel en la tubería del gas de escape. Esta ejecución representa un  
55 perfeccionamiento particularmente ventajoso, con el que se continúan mejorando las posibilidades del empleo y la reducción de las emisiones de gas de escape nocivas de un sistema de tratamiento posterior de gas de escape de este tipo. Mientras que conforme a la ejecución según las reivindicaciones 1 y 2 independientes, el quemador debe estar ejecutado de manera que con éste se alcance un rendimiento térmico que sea suficiente para una

regeneración del filtro de partículas – es decir, una combustión de las partículas acumuladas en el filtro de materiales finos - mediante la disposición adicional de un catalizador de oxidación Diesel delante del filtro de partículas (conforme a la ejecución según la reivindicación 2, no inmediatamente delante del filtro de partículas) se crea la posibilidad de aprovechar el quemador y el catalizador de oxidación Diesel conjuntamente y de forma aditiva para la regeneración del filtro de partículas. El catalizador de oxidación Diesel requiere una determinada temperatura del gas de escape (del orden de magnitud de al menos 300 °C) con el fin de iniciar su actividad, a saber la adición de HCs (hidrocarburos) adicionales, por ejemplo mediante la inyección adicional de combustible y, como resultado, eliminar subsiguientemente las partículas acumuladas en el filtro de partículas. Esta temperatura de encendido no se alcanza, sin embargo, en todas las zonas de trabajo del motor de combustión interna, siendo este el caso más frecuente en el supuesto de muchos empleos del motor de combustión interna fuera de las aplicaciones en vehículos. Aquí se crea ahora, mediante el empleo del quemador, la posibilidad de garantizar que la temperatura de encendido del catalizador de oxidación Diesel se alcance en cualquier caso, también con condiciones de funcionamiento desfavorables. El quemador se utiliza, por lo tanto, con un empleo adicional de una unidad dosificadora de HC, para la regeneración térmica del filtro de partículas y/o para el calentamiento del sistema de tratamiento posterior de gas de escape.

En la ejecución según la reivindicación 1 puede estar dispuesto, adicionalmente también además, directamente delante del catalizador DeNO<sub>x</sub> otro catalizador de oxidación Diesel. Con ello se alcanza una generación adicional de NO<sub>2</sub> que determina un aumento de la eficacia del catalizador DeNO<sub>x</sub> (especialmente en sistemas SCR).

En una ejecución ulterior, el quemador puede ser conectado y desconectado de manera regulada en su potencia y/o periódicamente. Con ello, se proporciona una buena posibilidad de regulación del sistema, y el sistema de tratamiento posterior de gas de escape puede ser hecho funcionar en una ventana de temperaturas óptima. Esto se cumple, ante todo, para el funcionamiento del catalizador DeNO<sub>x</sub>, pero también para una regeneración del filtro de partículas pasiva que se explica todavía con mayor detalle en lo que sigue.

Junto al dispositivo con toberas de combustible está previsto, además, un dispositivo calefactor para la evaporación, al menos momentánea, del combustible, el cual está integrado en el cuerpo de toberas o cuerpo de soporte. De manera particularmente ventajosa, el cuerpo de soporte es una espiga de incandescencia en sí mismo.

La primera etapa está conectada para un acondicionamiento térmico (en el intervalo de aprox. 300 °C a 400 °C) del catalizador y del sistema de filtro de partículas, y la segunda etapa (a conectar) está conectada para una regeneración térmica del filtro.

Bajo conexión del catalizador de oxidación Diesel tiene lugar mediante la ejecución de acuerdo con la invención una regeneración pasiva adicional del filtro de partículas. Mediante la transformación de NO en NO<sub>2</sub> en el catalizador de oxidación Diesel, se elimina en el filtro de partículas negro de carbono sin la aportación adicional de combustible adicional. Con ello se prolongan significativamente los intervalos de regeneración del filtro de partículas. Esto determina una ventaja en el consumo de combustible (en particular en relación con la segunda etapa del sistema quemador). Además, el grado de eficacia del catalizador DeNO<sub>x</sub> en el ciclo se aumenta tanto que, bajo determinadas circunstancias, se puede renunciar a un retorno del gas de escape en el motor de combustión interna. Con ello se reducen claramente los costes y la complejidad del sistema.

Resumiendo, mediante el sistema de tratamiento posterior de gas de escape regulado en temperatura se alcanzan las siguientes ventajas:

- la instalación de gas de escape regulada en temperatura trabaja en todos los modos de funcionamiento del motor de combustión interna con un grado de eficacia máximo. Las emisiones brutas de NO<sub>x</sub> pueden reducirse en un 90% y más en todos los ciclos de marcha imaginables ESC / ETC /WHSC / WHTC/ ciclo de baja carga del cliente.... etc.). El uso de un sistema de filtro de partículas que se regenera de forma continua junto con un catalizador SCR (SCRT) (SCRT significa catalizador de oxidación Diesel + filtro de partículas + dispositivo de incorporación de agente reductor + catalizador SCR, y precisamente en esta secuencia) puede utilizarse, ya que se pueden realizar elevadas emisiones brutas de NO<sub>x</sub>.
- En la realización del quemador regulado o hecho funcionar periódicamente para sistemas de tratamiento posterior de gas de escape puede renunciarse eventualmente a un retorno del gas de escape.
- En la realización del quemador regulado o hecho funcionar periódicamente para sistemas de tratamiento

posterior de gas de escape puede renunciarse eventualmente a presiones de inyección muy elevadas, por ejemplo de la CR (dado que no se efectúa un retorno del gas de escape).

- 5
- La cristalización de agente reductor presente en disolución acuosa ya no tiene prácticamente lugar por encima de 300 °C.
  - La realización de la exigencia NTE se hace posible de manera más sencilla utilizando el quemador regulado o hecho funcionar periódicamente para sistemas de tratamiento posterior de gas de escape.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Sistema de tratamiento posterior de gas de escape, en particular para un motor de combustión interna de autoencendido, con un catalizador DeNO<sub>x</sub> empleado en una tubería de gas de escape, un filtro de partículas y un dispositivo de introducción de un agente reductor, un quemador, estando dispuestos el quemador, que es un quemador escalonado, el filtro de partículas, el dispositivo de introducción y el catalizador DeNO<sub>x</sub> en esta secuencia en la tubería del gas de escape, caracterizado por que en el caso del quemador escalonado la primera etapa está conectada para un acondicionamiento térmico del catalizador o bien de los catalizadores y del sistema de filtro de partículas y, adicionalmente, la segunda etapa está conectada para una regeneración térmica del filtro de partículas.
- 10
- 15 2.- Sistema de tratamiento posterior de gas de escape según la reivindicación 1, caracterizado por que en la dirección de flujo del gas de escape está dispuesto, a continuación del quemador, un catalizador de oxidación Diesel en la tubería del gas de escape.
- 20 3.- Sistema de tratamiento posterior de gas de escape según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el quemador está regulado en potencia.
- 4.- Sistema de tratamiento posterior de gas de escape según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el quemador puede ser conectado y desconectado periódicamente.
- 25 5.- Sistema de tratamiento posterior de gas de escape según la reivindicación 1, caracterizado por que la segunda etapa es un quemador catalítico.
- 6.- Sistema de tratamiento posterior de gas de escape según la reivindicación 5, caracterizado por que el acondicionamiento térmico tiene lugar en el intervalo de aprox. 300 °C a 400 °C.