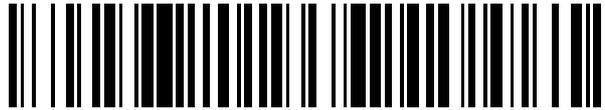


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 703**

51 Int. Cl.:

F01N 3/10 (2006.01)

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: **13.06.2006 E 06747896 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2015 EP 2032812**

54 Título: **Sistema catalítico para diésel**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.11.2015

73 Titular/es:

**VOLVO LASTVAGNAR AB (100.0%)
405 08 Göteborg, SE**

72 Inventor/es:

**HINZ, ANDREAS;
JANSSON, JONAS;
BERNLER, HANS y
GOBERT, ULRICH**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 551 703 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 catalítico para diésel

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema de reducción catalítica selectiva para reducir los niveles de emisión de óxido nítrico de un motor de encendido por compresión, de acuerdo con las características de la reivindicación 1.

10 TÉCNICA ANTERIOR

En la técnica de los motores de combustión, se ha producido una preocupación creciente respecto a las emisiones, al menos desde principios de 1970: Para motores SI (encendido por chispa), las emisiones difícilmente pueden considerarse como un problema después de que el catalizador de tres vías se puso en el mercado a mediados de los 70.

Para los motores CI (encendido por compresión), la situación es, sin embargo, un poco más complicada; Los motores CI tienen inherentemente altos niveles de emisión de óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas (hollín). Debido a la naturaleza del motor de combustión en un motor de CI, una gran cantidad de aire a saber, es incluida en los cilindros, tras donde se comprime el aire. Después, una cantidad de combustible que varía en función de la carga del motor es inyectada en el aire comprimido. El combustible inyectado se auto-encenderá debido a la alta temperatura resultante de la compresión del aire.

El combustible inyectado quemará en un modo de difusión, es decir, la velocidad de combustión estará más o menos controlada por la velocidad de mezcla entre el combustible inyectado y el aire comprimido. El hollín se formará en zonas ricas de combustible y el NO_x se formará en zonas de combustión donde la temperatura es alta y se deja suficiente oxígeno para formar NO_x.

Un obstáculo que concierne al post-tratamiento relativo de escape para la reducción de NO_x en los gases de escape del motor de CI es la presencia de oxígeno; como se implica anteriormente, se induce una gran cantidad de aire en los cilindros antes de la inyección de combustible. Por lo tanto, siempre hay un exceso de aire en los cilindros, en comparación con la cantidad de aire necesario para quemar completamente todo el combustible inyectado. Un exceso de aire en los gases de escape hace que sea imposible utilizar un catalizador de tres vías estándar con el fin para reducir las emisiones de NO_x.

El hollín (o partículas) también es un problema importante para motores CI; formas de hollín, como se mencionó, en zonas de combustión ricas en combustible. Altas presiones en la inyección de combustible, que forman pequeñas gotas de combustible, pueden reducir significativamente la formación de hollín, pero hay limitaciones de diseño en cómo puede ser aceptada la presión alta de inyección.

Existen métodos para reducir la formación de NO_x en motores CI; La forma más común es retrasar el tiempo de la inyección. Al retrasar el tiempo de la inyección, la máxima temperatura combustión puede ser reducida, que a su vez reducirá la formación de NO_x. La reducción de NO_x viene, sin embargo, con algunas penalizaciones severas, es decir tanto la formación de hollín como el aumento de consumo de combustible con un retraso de la inyección.

Una forma eficaz de reducir las emisiones de NO_x es utilizar un sistema de post-tratamiento de emisiones SCR (Reducción catalítica selectiva). Un sistema SCR común comprende un sustrato revestido, por ejemplo, con zeolitas, V-óxidos (por ejemplo, V₂O₅), Cu- zeolitas, Fe-zeolitas o cualquier otro material conocido adecuado para SCR. A diferencia de los catalizadores de tres vías para los motores SI, los sistemas SCR no pueden trabajar en un ambiente que consta de sólo tubos de escape; debe añadirse un agente adicional, por ejemplo un reductor, al gas de escape. Un agente común es la urea, es decir, (NH₂)₂CO₂, así como hidrocarburos o hidrógeno.

La eficiencia de un catalizador SCR, en relación con el ciclo de conducción, se limita a alrededor de 65-80 por ciento, y su función está gravemente afectada por la presencia de hollín.

Para el post-tratamiento de escape de emisiones de hollín, se utiliza un filtro; tal filtro requiere sin embargo la regeneración a intervalos que varían con las condiciones de carga del motor. La regeneración significa sobre todo que la temperatura de escape se incrementa, por cualquier medio, por ejemplo, por una inyección de combustible extremadamente tarde, una post-inyección, mediante una estrangulación del aire de entrada, o por cualquier otro medio adecuado. El aumento de temperatura del gas de escape permite que partículas de hollín atrapadas en el filtro se "quemen", es decir, reaccionen con el oxígeno en los gases de escape para formar dióxido de carbono y agua. Sin embargo, cada secuencia de regeneración da lugar a una penalización en la economía del combustible.

La legislación actual y futura en relación con las emisiones NO_x hará que sea prácticamente necesario combinar la inyección de combustible tarde, sistemas SCR y filtros de hollín. Esto lleva a un "círculo vicioso", lo que se traduce

en un alto consumo de combustible, que a su vez conduce a un aumento del efecto invernadero y una economía mala en la conducción.

Si pudiese mejorarse el post-tratamiento de gas de escape NO_x , entonces el círculo vicioso deberá romperse; el tiempo de inyección de combustible podría ser ajustado a un entorno dando un mínimo del ahorro de combustible, a partir del que seguiría una formación reducida de hollín, que a su vez haría más fácil la reducción de NO_x .

La patente americana US 2005/0031514 describe un sistema de tratamiento de emisiones y filtro catalizado SCR. Se proporciona un filtro de hollín con un material eficaz en la reducción catalítica selectiva (SCR) de NO_x por un reductor, por ejemplo, amoníaco.

El documento EP 1286027 describe un sistema catalítico que comprende un primer y un segundo catalizador sin la función de filtro. Curso arriba del primer catalizador, se proporciona un primer inyector de urea. Curso abajo del primer catalizador y curso arriba del segundo catalizador se proporciona un segundo inyector de urea.

El objeto de la presente invención es por lo tanto proporcionar un sistema de pos-tratamiento de gas de escape que permite un factor alto de conversión de NO_x .

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención resuelve este y otros problemas mediante un segundo inyector de reductor situado curso abajo del primer catalizador y un segundo catalizador situado curso abajo del segundo inyector de reductor y que comprende un recubrimiento de reducción catalítica selectiva.

En una realización de la invención, el primer catalizador comprende una función de filtro que atrapa partículas formadas por la combustión CI. En esta realización, el primer catalizador podría comprender una multitud de celdas alargadas con extremos inferior y superior abiertos y cerrados de forma alternante, respectivamente, en el que una circulación de gas de escape es obligada a pasar a través de las paredes de las celdas que constituyen las celdas, y en el que el recubrimiento de reducción catalítica selectiva está recubierto en uno o ambos lados de las paredes.

Con el fin de proporcionar además el sistema de acuerdo con la invención con una capacidad oxidante, un recubrimiento oxidante catalítico podría estar recubierto en un lado curso arriba de las paredes de la celda.

Para el reajuste de la cantidad de reductor a inyectar por los inyectores reductores, sensores que detectan la presencia de óxidos nítricos y/o amoníaco en el gas de escape podrían disponerse en el flujo del gas de escape. Una realización del reajuste comprende colocar los sensores curso debajo de la función del filtro y curso abajo del segundo catalizador, respectivamente. Otra realización comprende justo un sensor para NO_x o NH_3 que se coloca curso abajo del segundo catalizador SCR.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se describirá la invención con referencia a los dibujos incluidos, en los que:

- La figura 1 es una vista esquematizada de un sistema catalizador de acuerdo con la presente invención,
- La figura 2a es una vista superior de un tramo de un medio de filtro que podría usarse como un catalizador,
- y
- La figura 2b es una vista en alzado seccionada del medio de filtro mostrado en la figura 2a.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES

En la figura 1, se muestra una vista esquematizada de un sistema catalizador 100 de acuerdo con la presente invención. El sistema catalizador 100 está conectado a un sistema de escape de un motor 100 y comprende un primer catalizador 200, cuyo diseño se describirá más adelante, un segundo catalizador 300 y un gobernador de presión de escape (EPG) 400. Además, un primer y segundo inyector de reductor 210 y 310, respectivamente, están montados curso arriba del primer catalizador 200 y curso arriba del segundo catalizador 300, respectivamente. El reductor puede ser por ejemplo urea, hidrocarburos, hidrógeno, o cualquier otro medio adecuado con propiedades reductoras. Sensores de NO_x y/o NH_3 220, 320 están montados curso abajo del primer y segundo catalizador 200, 300, respectivamente. De forma alternativa, el primer sensor de NO_x y/o NH_3 podría omitirse.

Ambos catalizadores 200, 300 se denominan catalizadores SCR (reducción catalizadora selectiva), cuya función es bien conocida por expertos en la materia y se ha descrito anteriormente en la sección de la técnica anterior. El catalizador 200 sin embargo está provisto además de una función de filtro para filtrar las partículas que salen del motor CI. Tal catalizador está diseñado básicamente como un filtro de partículas, que está recubierto con un recubrimiento SCR para obtener una doble función, tanto como un filtro como un catalizador SCR. El recubrimiento SCR podría proporcionarse ya sea en el lado curso arriba del filtro como en el lado curso abajo del filtro o en ambos lados, y podría ser cualquier recubrimiento adecuado que sirva como un catalizador SCR.

En la figura 2a, un tramo del medio de filtro recubierto con SCR 250 que constituye el primer catalizador 200 se muestra en una vista superior; en la figura 2b, el mismo tramo del medio de filtro 250 comprende varias celdas de filtro alargadas 260, estando cada celda de filtro definida por cuatro paredes 260a, b, c y d y una superficie curso arriba 265 o una superficie curso abajo 270; cada otra celda estará provista de una superficie curso arriba, y sus celdas contiguas estarán provistas de superficies cursos abajo.

Las paredes 260a, b, c y d están hechas de un material poroso, con un tamaño de poro que es suficientemente pequeño para atrapar partículas que salen de la combustión en el motor. La función del filtro es básicamente que los gases de escape sin filtrar entrarán en las celdas de filtro con un extremo curso arriba abierto, y pasar las paredes de esa celda hacia celdas con un extremo curso abajo abierto, siendo así capaces de escapar del medio de filtro a través del extremo abierto curso abajo. De aquí en adelante, la superficie de las paredes 260a, b, c y d orientada de cara a una celda con un extremo curso arriba abierto se referirán como la "superficie de la pared curso arriba", mientras que la otra superficie de pared se referirá como la "superficie de la pared curso abajo". Un sistema de filtro tal como se ha descrito con anterioridad se refiere con frecuencia como un filtro "flujo a través de la pared".

De acuerdo con la invención, ya sea una o ambas superficies de pared curso arriba y curso debajo de las celdas están recubiertas con un recubrimiento SCR; esto permite dobles funciones del primer catalizador, es decir las funciones de filtrar partículas y permitir una reacción SCR entre NOX y reductor, con el fin de reducir emisiones de NOX. Dicha doble función, naturalmente, resulta beneficiosa en términos de economía productiva, aunque también hay otro beneficio, es decir que la reacción SCR podría ayudar a quemar partículas atrapadas en el filtro, lo que haría posible prologar los periodos entre regeneraciones de filtro, o, en el mejor caso, haciéndolo superfluo.

También existe una posibilidad de utilizar diferentes recubrimientos SCR en los lados curso arriba y curso abajo de las superficies de la pared 260a, b, c y d; diferentes recubrimientos SCR tienen regiones con distinta temperatura donde tienen su máximo comportamiento. Por lo tanto, es posible obtener un catalizador que tenga un amplio rango de temperaturas.

Si, bajo cualquier circunstancia, la temperatura de escape necesitase ajustarse, esto podría conseguirse por el gobernador de la presión de escape 400; como es bien conocido por expertos en la materia, la temperatura de escape podría elevarse al permitir que el motor trabaje contra una presión alta de escape. Desde un punto de vista de economía de combustible, sin embargo, siempre es más beneficioso accionar un motor hacia una presión de escape tan baja como sea posible.

En otra realización de la invención, ya sea la superficie de pared curso arriba o la superficie curso abajo está recubierta con un recubrimiento catalítico oxidante. Este recubrimiento oxidará posibles contenidos de combustible, es decir, hidrocarburos, en los escapes, cuya oxidación incrementará la temperatura de escape y reducirá las emisiones de hidrocarburos al ambiente. De acuerdo con la invención, la superficie de pared no recubierta con el recubrimiento catalítico oxidante está recubierta con un recubrimiento SCR. Ejemplos de recubrimientos catalíticos oxidantes incluyen varios metales nobles, por ejemplo, platino (Pt), paladio (Pd), rodio (Rh), o iridio (Ir), óxidos de metal base, o mezclas.

Con el fin de quemar partículas acumuladas en los poros del filtro, puede ser necesario elevar la temperatura de escape bajo un cierto periodo. Esto podría realizarse de distintas maneras, por ejemplo, al retrasar la inyección de combustible, el uso de la post-inyección, mediante una estrangulación en la entrada de aire, accionamiento de una válvula variable, recirculación de gas de escape, o mediante cualquier otro método conocido por expertos en la materia.

El uso de un catalizador oxidante permite la elevación de la temperatura del gas de escape al inyectar combustible en el flujo de gas de escape curso arriba del catalizador de oxidación; este combustible quemará de forma catalítica en el catalizador de oxidación, y de este modo aumentará la temperatura de escape curso abajo del catalizador de oxidación. Para conseguir el máximo beneficio en lo que respecta a la quema de partículas en el catalizador 200, el recubrimiento catalítico está preferentemente cubierto en la superficie curso arriba de las paredes de la celda 260a, b, c y d.

Naturalmente, también es posible utilizar un catalizador de oxidación separado montado curso arriba del primer catalizador 200. El uso de una función catalizador de limpieza, para limitar la emisión de reductor inyectado, situado curso abajo del catalizador 300, también es práctica normal en cualquier sistema SCR, y por ello no se muestra en las figuras. El primer catalizador 200 también podría consistir en un sustrato de filtro que tenga menos eficiencia de filtración que un filtro de flujo a través de una pared.

El segundo catalizador 300 podría ser similar al primer catalizador 200, aunque preferentemente tiene un diseño de catalizador más convencional.

En otra realización de la invención, tanto el primer como el segundo catalizador 200, 300 tienen un diseño convencional. En tal caso, un filtro de partículas (no mostrado) se montaría curso arriba de los dos catalizadores. El

filtro de partículas de esta realización debe regenerarse utilizando cualquier de los métodos anteriormente mencionados.

5 Con el fin de controlar la cantidad de reductor inyectado en los gases de escape, los dos inyectores reductores 210, 310 son controlados por el controlador C. El controlador C a su vez obtiene información de un modelo de formación NO_x basado en parámetros tales como la carga del motor, velocidad del motor, temperatura de aire de entrante, carga de presión y otros parámetros del motor de los cuales depende la formación NO_x. El modelo de formación NO_x da una estimación aproximada de la cantidad de reductor necesaria para dar una conversión NO_x satisfactoria en el primer y segundo catalizador 200 y 300.

10 Con el fin de refinar además el control de la cantidad de reductor inyectado en el gas de escape, y especialmente si el reductor es urea o amoniaco, la información de los sensores NO_x/NH₃ 220, 320 podría utilizarse para reajustar la cantidad de reductor que se inyecta en los gases de escape. En una realización de la invención, podrían usarse ambos sensores de NO_x y NH₃; esto da un incremento del nivel de seguridad, ya que tanto el nivel de NO_x como el nivel de NH₃ podrían monitorizarse. Si por ejemplo un sensor de NO_x suministrase un valor demasiado alto del contenido de NO_x en los gases de escape, que normalmente harían que el controlador C inyectase grandes cantidades de reductor, podría evitarse mediante el abastecimiento de un sensor de NH₃, que en tal caso indicaría la presencia de grandes cantidades de NH₃ (que se origina a partir del reductor inyectado en el gas de escape) en los gases de escape, haciéndolo así posible para el controlador C para corregir la cantidad de reductor que se inyecta en los escapes. Obviamente, si no se detectan los valores de los sensores de NO_x y NH₃, el controlador C debe informar al conductor, o almacenar tal indicación de malfuncionamiento en un cuadro de diagnóstico a bordo (no mostrado) para una lectura posterior en una estación de servicio.

25 Anteriormente, se han mostrado realizaciones a modo de ejemplo de un sistema de reducción de NO_x para un motor CI. Mediante la eficiencia del sistema, es posible poner en marcha un motor CI en un modo optimizado para la eficiencia de combustible y bajas emisiones de hollín, ya que las emisiones de NO_x producidas de tal modo se reducirían de forma eficiente en el sistema catalizador de acuerdo con la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de reducción catalítica selectiva (100) para reducir niveles de emisión de óxidos nítricos de un motor de encendido por compresión (110), que comprende un primer inyector de reductor (210) situado curso arriba de un primer catalizador (200) que comprende un recubrimiento de reducción catalítica selectiva;
- Un segundo inyector de reductor (310) situado curso abajo del primer catalizador (200); y
- 10 Un segundo catalizador (300) situado curso abajo del segundo inyector de reductor (310) y que comprende un recubrimiento de reducción catalítica selectiva; caracterizado por comprender el primer catalizador (200) una función de filtro para atrapar partículas formadas por la combustión del encendido por compresión; y por unos medios (400) situados curso arriba de cualquiera de los componentes (210, 200, 300, 310) comprendidos en el sistema de reducción catalítica selectiva (100), estando dichos medios dispuestos para controlar la temperatura, y de este modo el escape de comportamiento, del sistema de reducción catalítica selectiva (100).
- 15 2. El sistema de reducción catalítica selectiva (100) según la reivindicación 1, en el que el primer catalizador (200) comprende una multitud de celdas alargadas (260), que tienen de forma alternante extremos superior e inferior abiertos y cerrados, respectivamente, en el que un flujo de gas es obligado a pasar a través de las paredes de la celda (260a, b, c, d) que constituyen las celdas, y en el que el recubrimiento de reducción catalítica selectiva está cubierto en cualquiera o ambos lados de las paredes (260a, b, c, d).
- 20 3. El sistema de reducción catalítica selectiva (100) según cualquier reivindicación anterior, en el que un recubrimiento catalítico oxidante está cubierto en un lado curso arriba de las paredes de la celda (260a, b, c, d).
- 25 4. El sistema de reducción catalítica selectiva (100) según cualquier reivindicación anterior, que comprende además sensores (210, 310) que detectan la presencia de óxidos nítricos y/o amoníaco en los gases de escape.
- 30 5. El sistema de reducción catalítica selectiva (100) según la reivindicación 4, en el que los sensores (210, 310) están situados curso abajo del primer catalizador (200) y curso abajo del segundo catalizador (300), respectivamente.
6. El sistema de reducción catalítica selectiva (100) según la reivindicación 1, en el que dichos medios (400) son un gobernador de presión de gas de escape.

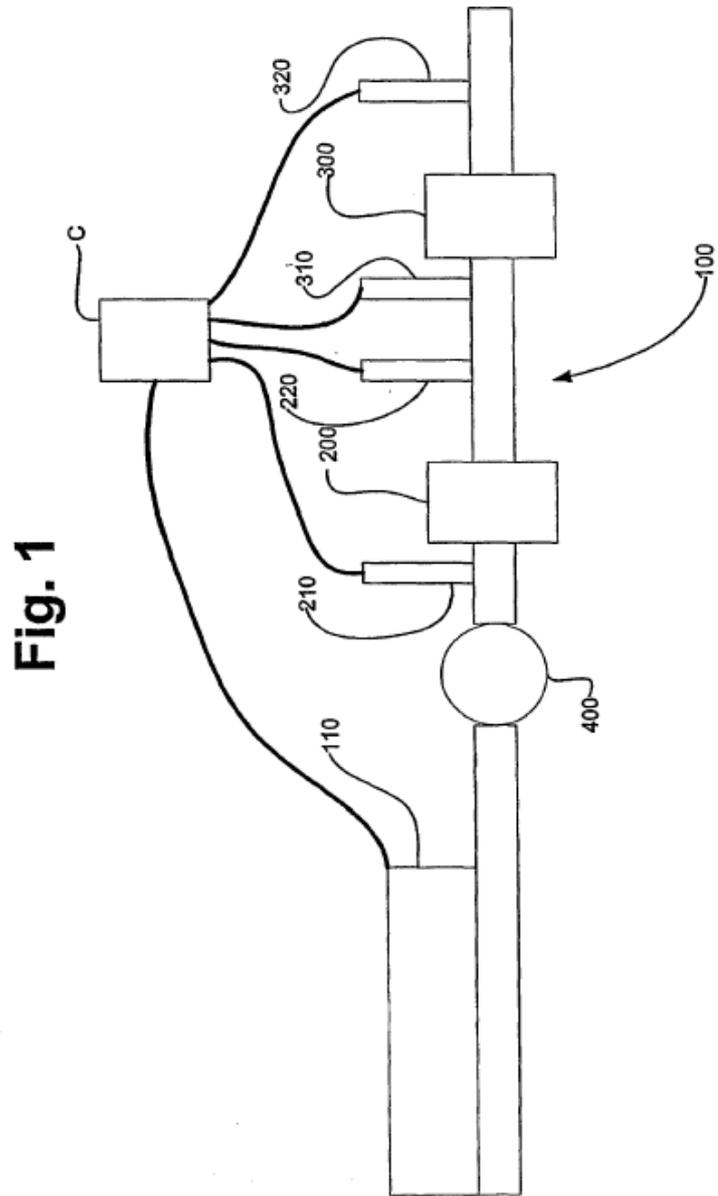


Fig. 1

