



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 303 352**

51 Int. Cl.:

**F01N 3/00** (2006.01)

**B01D 50/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **98918548 .3**

86 Fecha de presentación : **16.04.1998**

87 Número de publicación de la solicitud: **1009922**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **21.06.2000**

54 Título: **Método para reducir las emisiones de un motor diesel.**

30 Prioridad: **17.04.1997 US 43266 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.08.2008**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.08.2008**

73 Titular/es: **Clean Diesel Technologies Inc.**  
**Suite 702, 300 Atlantic Street**  
**Stamford, Connecticut 06901-3522, US**

72 Inventor/es: **Peter-Hoblyn, Jeremy, D. y**  
**Valentine, James, M.**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 303 352 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).

# ES 2 303 352 T3

## DESCRIPCIÓN

Método para reducir las emisiones de un motor diesel.

5 El invento se refiere a métodos que permiten que un motor diesel opere eficientemente con emisiones bajas de partículas y de NO<sub>x</sub>.

10 El uso de trampas para partículas en los motores diesel se ha hecho común debido al punto de equilibrio inherente entre NO<sub>x</sub> y las partículas - cuando se toman medidas para reducir uno, las otras aumentan. Conceptualmente, el uso de una trampa podría permitir que se redujese el NO<sub>x</sub> en gran medida mediante técnicas tales como la recirculación de gases de escape, puesta a punto del motor u otras técnicas conocidas. Sin embargo, la captura de partículas en una trampa puede convertirse en un problema debido a la pérdida de rendimiento del motor cuando la disminución de presión a través de la trampa se hace demasiado grande.

15 Con la tecnología existente, el aumento rápido de partículas no puede ser contrarrestado de una manera práctica. Las trampas catalizadoras, para ayudar a quemar las partículas a temperaturas bajas, prácticas, tienden a quedar inactivas demasiado rápidamente para que representen una solución económica. De manera similar, los aditivos de combustible no han proporcionado una respuesta completa.

20 La EP 590 814 A2 describe un sistema de control de emisión de partículas y de gases de escape; la trampa comprende canales de entrada y de salida. Mientras las partículas son mantenidas en los canales de entrada donde no hay platino, los gases son oxidados en los canales de salida por platino u otro catalizador oxidante.

25 En la WO 95/02655 y en la WO 97/04045 se describen métodos adicionales para reducir emisiones nocivas de un motor diesel.

30 Es un objetivo del invento proporcionar un método que permita a los motores diesel utilizar trampas para partículas mediante la reducción del punto de equilibrio (temperatura de quemado estacionaria) para las trampas hasta niveles bajos y sostenibles en la práctica.

35 Es otro objetivo del invento proporcionar un método que permita optimizar la operación de un motor diesel para reducir NO<sub>x</sub> mientras se desintegran las partículas, por ejemplo, PM 2,5.

40 Es otro objetivo del invento proporcionar un método para regenerar pasivamente una trampa para partículas con menos aditivos del combustible, por ejemplo, cerio, del que necesitaba antes para ser efectiva.

45 Es otro objetivo del invento proporcionar un método para permitir una reducción simultánea de partículas, hidrocarburos sin quemar y monóxido de carbono en un motor diesel.

50 Es otro objetivo del invento proporcionar un método que permita recuperar la penalización económica de combustible normalmente asociada a una trampa de partículas de motor diesel.

55 Es otro objetivo del invento proporcionar a propietarios de vehículos antiguos, pero fiables, unos medios sencillos y efectivos para que sean mantenidos de acuerdo con la normativa.

60 Es un objetivo adicional del invento proporcionar un método para mantener o renovar la actividad de una trampa para partículas de un motor diesel con catalizador.

65 Éstos y otros objetivos se consiguen con el invento presente, que proporciona un método mejorado para operar un motor diesel con emisiones de partículas reducidas.

Un método del invento comprende: equipar un motor diesel con una trampa (14) para partículas de catalizador de platino, efectiva para atrapar partículas dentro de canales (18) cuando los gases de escape pasan a través de ellos, siendo catalizada la trampa por medio de platino (22) en canales para recoger y quemar partículas dentro de los canales para atrapar partículas de tal manera que la trampa tenga una temperatura de quemado estacionaria con un nivel inicial, y operar el motor quemando una mezcla de combustible de diesel y un compuesto de cerio soluble en combustible para liberar especies activas de compuestos de cerio (24) en el escape que los transporta dentro de dichos canales catalizados con platino dentro de dicha trampa, estando el compuesto de cerio presente en una cantidad efectiva para reducir la temperatura de quemado estacionaria de la trampa desde su nivel inicial hasta un nivel sostenible inferior al nivel inicial.

De preferencia, el combustible contiene también un compuesto metálico del grupo órgano-platino soluble en combustible, por ejemplo, comprendiendo un metal del grupo del platino seleccionado entre los del grupo que incluye al platino, paladio, rodio y mezclas de dos o más de éstos. En una realización alternativa, un compuesto metálico efectivo del grupo del platino puede ser añadido a los gases de escape antes de la trampa o del aire de combustión.

## ES 2 303 352 T3

El invento será mejor comprendido y sus ventajas se harán más evidentes después de la lectura de la descripción detallada siguiente en relación con los dibujos que se acompañan, en los que:

5 la Figura 1 es una representación esquemática de un motor diesel con un sistema de escape que incluye una trampa para partículas, catalizada de acuerdo con el invento; y

la Figura 2 es una representación esquemática en corte transversal a escala ampliada de una porción de una trampa para partículas utilizada de acuerdo con el invento.

10 La expresión motor diesel quiere decir que incluye a todos los motores de compresión-ignición, ya sean para plantas de potencia móviles (incluyendo las marinas) como para las estacionarias y las de dos tiempos por ciclo, cuatro tiempos por ciclo y los tipos rotatorios.

15 La expresión “combustible de hidrocarburos” quiere decir que incluye a todos aquellos combustibles preparados a partir de “combustibles destilados” o “petróleo”. La expresión “combustible destilado” quiere decir que incluye a todos aquellos productos preparados por medio de la destilación de petróleo o fracciones y residuos de petróleo. La expresión “petróleo” quiere decir en su sentido usual que engloba a todos aquellos materiales, independientemente de la fuente normalmente incluida dentro del significado de la expresión, abarcando materiales de hidrocarburos, independientemente de la viscosidad, que sean recuperados de combustibles fósiles.

20 La expresión “combustible de diesel” significa “combustibles destilados”, incluyendo combustibles de diesel que cumplen con la definición ASTM para combustibles de diesel u otros, incluso aunque no comprendan en su totalidad destilados y puedan comprender alcoholes, éteres, compuestos órgano-nitrogenados y similares (por ejemplo, metanol, etanol, éter dietílico, éter etilmetílico, nitrometano). También se encuentran dentro del alcance de este invento emulsiones y combustibles líquidos derivados de fuentes vegetales o minerales, tales como cereales, alfalfa, esquistos, y carbón. Estos combustibles pueden contener también otros aditivos conocidos para expertos en la materia, incluyendo tintes, mejoradores de cetano, antioxidantes tales como 2,6-di-ter-butil-4-metilfenol, inhibidores de corrosión, inhibidores de herrumbre tales como ácidos succínicos alquílicos y anhídridos, agentes bacteriostáticos, inhibidores de goma, desactivadores de metal, lubricantes del cilindro superior, agentes anticongelantes y similares.

30 Haciendo referencia a la Figura 1, se muestra en ella un motor diesel 10 al que se proporciona combustible desde un depósito 11. El combustible es catalizado con un compuesto de cerio adecuado y, preferentemente, también mediante un compuesto de platino.

35 Entre los compuestos de cerio específicos se encuentran: acetilacetato III de cerio, y varios jabones de cerio tales como naftanato III de cerio, octoato de cerio, esteatato de cerio, neodecanoato de cerio, y similares. Muchos compuestos de cerio son compuestos trivalentes que se ajustan a la fórmula:  $Ce(OOCR)_3$ , en la que R = hidrocarburo, de preferencia de  $C_2$  a  $C_{22}$ , e incluyendo alifático, alicíclico, arilo y alquilarilo. El nivel de dosificación comprende desde un nivel de uno 1 a 100 ppm, partes de cerio por millón de partes de combustible (mg por litro) y, preferentemente, dentro del margen de 5 a 30 ppm. Este nivel puede ser reducido significativamente respecto al que corrientemente se emplea cuando se usa el cerio en combinación con una trampa de partículas catalizada con platino.

45 Los gases de escape del motor pasa a través de del tubo de escape 12 llevando metales catalizadores liberados de los compuestos catalizadores del aditivo del combustible de cerio y, preferentemente, platino también, hasta una trampa 14 de partículas catalizadas. La trampa puede ser catalizada ya sea en la instalación o acumulando un depósito de catalizador si se opera el motor con un aditivo de combustible metálico del grupo del platino. La trampa 14 puede ser de construcción convencional, de un material adecuado resistente al calor, por ejemplo, un compuesto de sílice-aluminio tal como cordierita, carburo de silicio, fibras de vidrio o metal, sustratos porosos de vidrio o metal, o similares. Existen trampas catalizadas con platino disponibles comercialmente y en la bibliografía se informa de que son efectivas para reducir el punto de equilibrio. Además del uso del platino mismo, pueden usarse otros metales del grupo del platino, por ejemplo, combinados. Las trampas de este tipo se encuentran dentro del ámbito de este invento (como también aquellas trampas catalizadas por deposición de un metal del grupo del platino por otros medios, tales como con un aditivo del combustible) y permiten la reducción del punto de equilibrio en un grado mayor, ya sea con la trampa sola o con una trampa sin catalizar mediante un aditivo de cerio. De esta manera, el uso de cerio en la trampa catalizadora puede proporcionar una disminución del punto de equilibrio con niveles reducidos de cerio.

55 Haciendo referencia a la Figura 2, se muestra en ella un esquema de una sección de una trampa a escala ampliada que ilustra la dinámica del proceso. Alrededor de la mitad de los canales 18 se extienden en el sentido del flujo del gas de escape (véase la flecha), con un número similar extendiéndose en el sentido opuesto. Los canales están cerrados en un extremo a lo largo del sentido del flujo del gas de escape con una abertura lateral hacia un canal adyacente. La configuración exacta de los canales difiere dependiendo de muchas variables de diseño y de fabricación, pero el factor común importante es que a las partículas (por ejemplo, los puntos 20 de la Figura 2) se les impide que atraviesen y salgan de la trampa. Estas partículas deben ser quemadas en la trampa, para que la trampa siga siendo efectiva. Por esta razón, de acuerdo con el invento, se usan materiales catalizadores específicos de una manera determinada para asegurar un punto de equilibrio sosteniblemente bajo, por ejemplo, dentro del margen de unos 275 a unos 400°C y, preferentemente, menos de 325°C.

## ES 2 303 352 T3

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 2, la trampa está catalizada con platino, lo que se representa esquemáticamente con los cuadrados 22. Especies activas de cerio (representadas en la Figura 2 con círculos abiertos 24), liberadas en la combustión del combustible, son transportadas por los gases de escape para ser depositadas dentro de los canales 18. El efecto combinado del cerio sobre la trampa catalizadora de platino reduce significativamente el punto de equilibrio de una manera no predecible.

Como se ha dicho anteriormente, el combustible contiene preferentemente también un compuesto metálico del grupo órgano-platino soluble en combustible, por ejemplo, platino, paladio o rodio. Entre ellos se encuentran los compuestos metálicos del grupo del platino seleccionados entre el grupo que comprende al acetilacetato de platino y compuestos que tienen la fórmula general  $\text{XPtR}_1\text{R}_2$ , en la que X es un ligando que contiene al menos un enlace carbono con carbono insaturado con una configuración de enlace en Pi olefínica, acetilénica o aromática, y  $\text{R}_1$  y  $\text{R}_2$  son, independientemente, bencilo, fenilo, nitrobenzilo o alquilo que tienen de 1 a 10 átomos de carbono, por ejemplo, difenil ciclooctadieno de platino (II).

Se describen, por ejemplo, compuestos metálicos adecuados del grupo del platino en las patentes americanas anteriores números 4.892.562 y 4.891.050, de Bowers y Sprague, 5.034.020, de Epperly y Sprague, 5.215.652, de Epperly, Sprague, Kelso y Bowers, y 5.266.083, de Peter-Hoblyn, Epperly, Kelso y Sprague, la WO 90/07561, de Epperly, Sprague, Kelso y Bowers, y la solicitud de patente americana número de serie 08/597.517, presentada el 31 de enero de 1996 por Peter-Hoblyn, Valentine y Sprague. Cuando la aplicación lo permite, puede usarse una mezcla de estos compuestos con uno o más de otros compuestos metálicos del grupo del platino, tales como jabones, acetyl acetatos, alcoholatos,  $\beta$ -diacetatos, y sulfonatos, por ejemplo, del tipo que será descrito a continuación con más detalle.

Los catalizadores metálicos del grupo del platino y/o otro catalizador pueden ser añadidos de cualquier manera efectiva para conseguir su propósito, tal como añadiéndolos al combustible durante el almacenamiento masivo, al combustible en un depósito asociado al motor, o añadidos mediante adición continua o intermitente, tal como por medio de un dispositivo medidor 30 adecuado, por ejemplo, desde el depósito 32 de la Figura 1, al conducto de combustible que va al motor, o añadidos en forma de vapor, gas o aerosol a la entrada del aire, a los gases de escape antes de la trampa, a los gases de escape después de la trampa pero antes de la recirculación al motor, o a una cámara de mezcla o medios equivalentes en los que los gases de escape son mezclados con el aire de entrada.

Cuando se utilizan los compuestos catalizadores metálicos del grupo del platino se hace preferentemente en concentraciones inferiores a 1 parte en peso del metal del grupo del platino por un millón de partes en volumen de combustible (ppm). Cuando se usan con el objeto de catalizar una trampa no catalizada (o una que ha se ha vuelto inactiva), es posible que dosis más elevadas, por ejemplo, de 1 a 25 (o más) ppm, realicen un depósito rápido de catalizador en la trampa. Para los fines de esta descripción, todas las cifras de "partes por millón" se refieren a una relación de peso a volumen, por ejemplo, gramos/millón de centímetros cúbicos (que también puede ser expresada en miligramos/litro), y los porcentajes se indican en peso, a menos que se especifique otra cosa. Se emplean catalizadores auxiliares a niveles efectivos para conseguir el objetivo deseado, preferentemente a niveles que varían de 1 a 200 ppm del combustible utilizado, por ejemplo, de 5 a 60 ppm.

Se ofrece la descripción anterior con el objeto de mostrar a una persona con una experiencia corriente en la técnica cómo realizar el invento presente, no se pretende detallar todas aquellas modificaciones y variaciones obvias del mismo que serán evidentes para la persona experta tras la lectura de esta descripción. Se intenta, sin embargo, que todas esas modificaciones y variaciones obvias queden incluidas dentro del alcance del invento presente, que está definido en las reivindicaciones que se adjuntan. Las reivindicaciones cubren los componentes y pasos indicados en todas las disposiciones y secuencias que resultan efectivas para cumplir los objetivos para los que se propone el invento, a menos que el contexto indique específicamente lo contrario.

# ES 2 303 352 T3

## REIVINDICACIONES

1. Un método para operar un motor diesel con emisiones bajas de partículas, que comprende:

5

equipar un motor diesel con una trampa (14) para partículas catalizada con platino, efectiva para atrapar partículas dentro de canales (18) cuando los gases de escape pasan a través de ellos, siendo catalizada la trampa con platino (22) en canales para recoger y quemar las partículas dentro de los canales para atrapar partículas de manera que la trampa tenga una temperatura de quemado estacionaria a un nivel inicial, y

10

operar el motor quemando una mezcla de combustible para diesel y un compuesto de cerio soluble en combustible para liberar especies activas de compuestos (24) de cerio en el escape que los transporta dentro de dichos canales catalizados con platino dentro de dicha trampa, estando presente el compuesto de cerio en una cantidad efectiva para reducir la temperatura de quemado estacionaria de la trampa desde su nivel inicial hasta un nivel sustancialmente inferior que el inicial.

15

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la trampa comprende un sustrato de sílice-aluminio.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el sustrato de la trampa comprende cordierita.

20

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, al que se añade un compuesto de platino a los gases de escape o al aire de la combustión antes de la trampa para depositar platino de catalización a canales dentro de la trampa en los que se atrapan las partículas.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

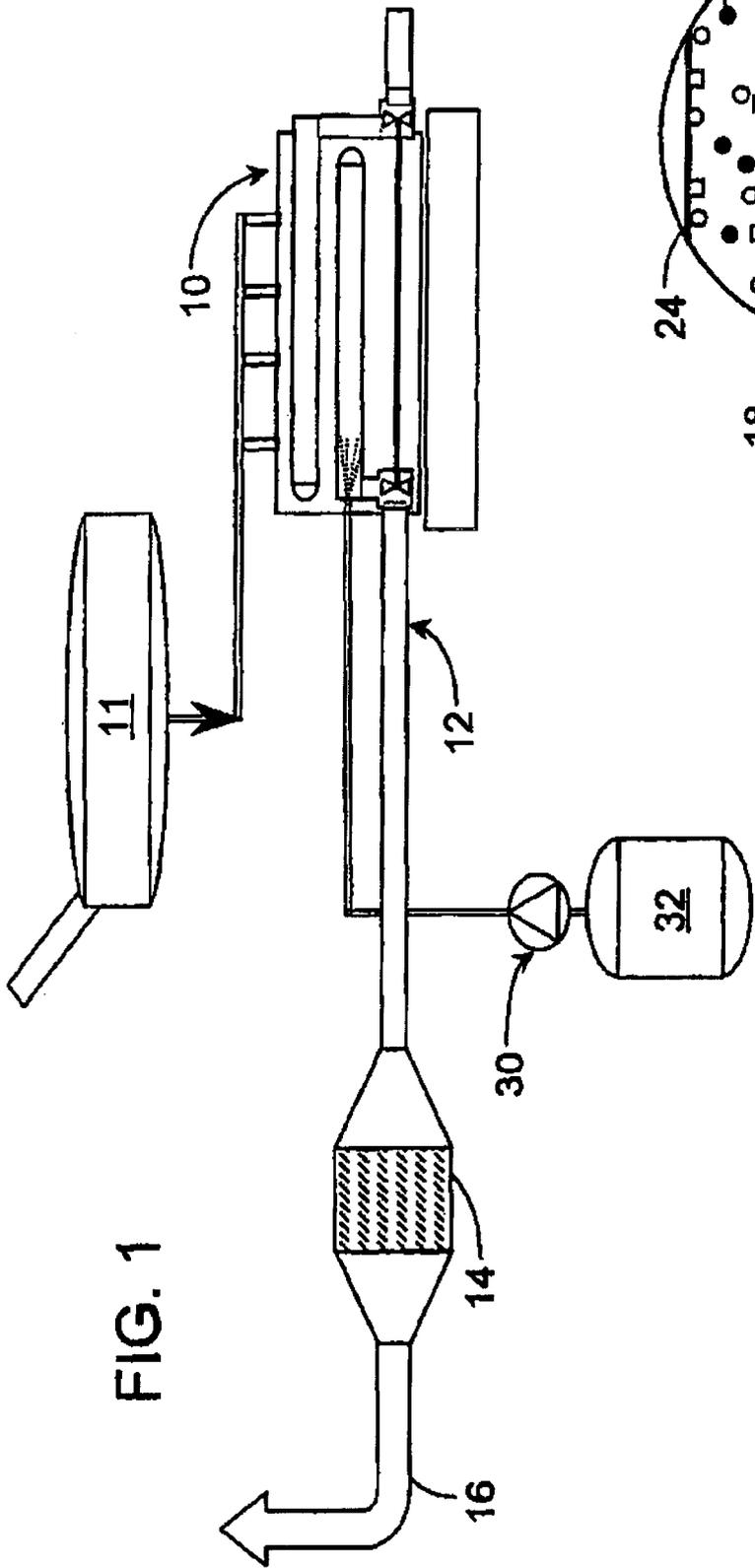


FIG. 1

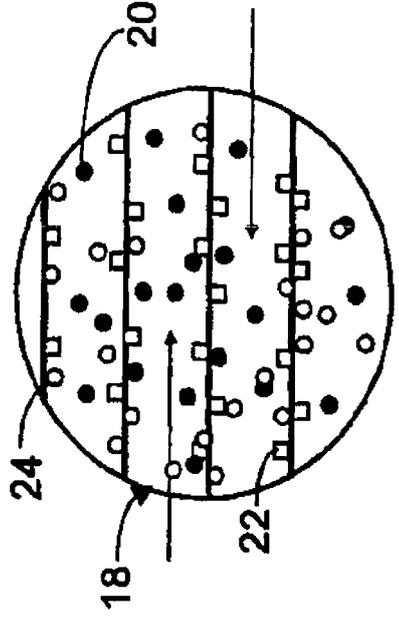


FIG. 2