



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 292 571**

51 Int. Cl.:

F01N 3/02 (2006.01)

F01N 3/08 (2006.01)

F01N 3/031 (2006.01)

F01N 3/022 (2006.01)

F01N 3/023 (2006.01)

F01N 3/025 (2006.01)

F01N 3/035 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01915859 .1**

86 Fecha de presentación : **27.03.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1182332**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **27.02.2002**

54 Título: **Dispositivo de depuración de gas de escape.**

30 Prioridad: **27.03.2000 JP 2000-90746**
28.04.2000 JP 2000-131595

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

73 Titular/es: **Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha**
1, Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi 471-8571, JP

72 Inventor/es: **Nakatani, Koichiro;**
Hirota, Shinya;
Itoh, Kazuhiro;
Asanuma, Takamitsu;
Kimura, Koichi;
Nakanishi, Kiyoshi y
Tanaka, Toshiaki

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 292 571 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 depuración de gas de escape.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 1 y a un método para controlar la purificación del gas de escape según la reivindicación 16.

10 **Antecedentes de la técnica**

En la técnica relacionada, en un motor diésel, se eliminan las partículas retenidas en el gas de escape disponiendo un filtro de partículas en el conducto de escape del motor, usando el filtro de partículas para atrapar las partículas en el gas de escape, e inflamando y quemando las partículas atrapadas sobre el filtro de partículas para regenerar el filtro de partículas.

Sin embargo, las partículas atrapadas sobre el filtro de partículas no se inflaman a menos que la temperatura se vuelva superior a aproximadamente 600°C, pero, al contrario que esto, normalmente la temperatura del gas de escape de un motor diésel es considerablemente inferior a 600°C. Por tanto, es difícil usar el calor del gas de escape para hacer que las partículas atrapadas sobre el filtro de partículas se inflamen y se quemen. Por tanto, las partículas se depositan sobre el filtro de partículas, y así, la cantidad de las partículas que pueden eliminarse mediante el filtro de partículas por unidad de tiempo se vuelve pequeña.

A partir del documento JP-A-7 189 655, se conoce un dispositivo de purificación de gas de escape en el que se proporciona un filtro de partículas para eliminar las partículas incluidas en un gas de escape descargado desde una cámara de combustión. El filtro de partículas está dispuesto en un conducto de gas de escape, el filtro de partículas tiene divisiones de pared a través de las cuales fluye el gas de escape, un material oxidante (catalizador) para oxidar las partículas. El material oxidante está soportado sobre ambos lados de las divisiones, y las partículas incluidas en el gas de escape se eliminan mediante oxidación. Además, este dispositivo conocido comprende medios para desorber y fluidizar las partículas retenidas en las superficies de las divisiones.

En un dispositivo de purificación de gas de escape que comprende un filtro de partículas, el objeto de la invención es mantener alta la capacidad para eliminar las partículas, mediante el filtro de partículas, por unidad de tiempo.

35 **Descripción de la invención**

Para lograr el objeto anterior, según la invención, se proporciona un dispositivo de purificación de gas de escape en el que un filtro de partículas, para eliminar partículas incluidas en un gas de escape descargado desde una cámara de combustión, está dispuesto en un conducto de escape del motor, el filtro de partículas tiene divisiones de pared, el gas de escape fluye a través de agujeros finos que existen en las divisiones, un material oxidante para oxidar las partículas está soportado sobre las superficies de pared que definen los agujeros finos, las partículas incluidas en el gas de escape se eliminan mediante oxidación en los agujeros finos que existen en las divisiones, y el dispositivo comprende medios para desorber y fluidizar las partículas retenidas en los agujeros finos que existen en las divisiones, el medio de fluidización de partículas fluidiza las partículas invirtiendo el sentido de flujo del gas de escape que fluye en los agujeros finos que existen en las divisiones finas y el material oxidante tiene la función de liberar oxígeno activo desde el mismo.

Según una realización de la invención, el material oxidante tiene la función de absorber y retener oxígeno en el mismo cuando está presente oxígeno en exceso en los alrededores, y liberar oxígeno activo desde el mismo cuando las partículas se adsorben en las superficies de pared de las divisiones.

Según una realización adicional de la invención, el material oxidante tiene la función de absorber y retener oxígeno en el mismo cuando está presente oxígeno en exceso en los alrededores, y liberar el oxígeno retenido en la forma de oxígeno activo desde el mismo si disminuye la concentración del oxígeno en los alrededores.

Una realización adicional de la invención muestra que el material oxidante se compone de al menos uno de un metal alcalino, un metal alcalinotérreo, una tierra rara, un metal de transición y un elemento de la familia del carbono.

En otra realización de la invención, el metal alcalino y el metal alcalinotérreo se componen de metales con mayor tendencia a la ionización que el calcio.

Según una realización adicional de la invención, las partículas se oxidan enriqueciendo temporalmente la relación aire-combustible de una parte o la totalidad del gas de escape.

En otra realización de la invención, el material oxidante se compone de un catalizador de metal precioso.

Según una realización adicional de la invención, el medio de fluidización de partículas invierte el sentido de flujo del gas de escape que fluye en el interior de las divisiones sin cambiar el lado de flujo de entrada de gas de escape del filtro de partículas y el lado de flujo de salida de gas de escape del filtro de partículas.

ES 2 292 571 T3

Según una realización adicional de la invención, el medio de fluidización de partículas invierte el sentido de flujo del gas de escape que fluye en el interior de las divisiones cambiando el lado de flujo de entrada de gas de escape del filtro de partículas y el lado de flujo de salida de gas de escape del filtro de partículas.

5 Según una realización adicional de la invención, el medio de fluidización de partículas fluidiza las partículas cuando se espera que las partículas se van a depositar sobre el filtro de partículas.

Una realización adicional de la invención muestra que el medio de fluidización de partículas desorbe y fluidiza las partículas que se depositan en las divisiones cuando se detecta que las partículas se depositan sobre el filtro de partículas.

Según una siguiente realización de la invención, el medio de fluidización de partículas fluidiza las partículas a intervalos de tiempo predeterminados.

15 En una realización adicional de la invención, las divisiones están formadas por un material poroso.

Según otra realización de la invención, los tamaños medios de los agujeros finos de las divisiones en el lado de flujo de entrada de gas de escape son mayores que aquellos en el lado de flujo de salida de gas de escape.

20 En una última realización de la invención, una pluralidad de divisiones están dispuestas en paralelo entre sí para formar una pluralidad de conductos de circulación de escape que se extienden en paralelo entre sí en el filtro de partículas, uno de los conductos de circulación de escape adyacentes está cerrado en un extremo aguas arriba del mismo por una bujía y el otro de los conductos de circulación de escape adyacentes está cerrado en un extremo aguas abajo del mismo por una bujía.

25 La segunda invención se refiere a un método para controlar el dispositivo de purificación de gas de escape. Según este método, el filtro de partículas se usa para eliminar las partículas incluidas en el gas de escape que fluye hacia el filtro de partículas mediante oxidación sin emitir una llama luminosa cuando la cantidad de las partículas descargadas desde la cámara de combustión por unidad de tiempo es menor que la cantidad de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación por unidad de tiempo sobre el filtro de partículas sin emitir una llama luminosa, y para eliminar las partículas incluidas en el gas de escape que fluye hacia el filtro de partículas mediante oxidación sin emitir una llama luminosa cuando la cantidad de partículas descargadas se vuelve menor que la cantidad de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación, si la cantidad de partículas que se depositan sobre el filtro de partículas es menor que un nivel determinado incluso cuando la cantidad de partículas descargadas se vuelve temporalmente mayor que la cantidad de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación, la cantidad de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación depende de la temperatura del filtro de partículas, se proporciona un medio para mantener la cantidad de las partículas descargadas y la temperatura del filtro de partículas de tal manera que la cantidad de partículas descargadas es normalmente menor que la cantidad de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación y de tal manera que la cantidad de partículas que se depositan sobre el filtro de partículas es menor que el nivel determinado de modo que se eliminen las partículas mediante oxidación si la cantidad de partículas descargadas se vuelve menor que la cantidad de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación incluso cuando la cantidad de partículas descargadas se vuelve temporalmente mayor que la cantidad de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación, eliminando así las partículas incluidas en el gas de escape mediante oxidación sobre el filtro de partículas sin emitir una llama luminosa.

45 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista general de un motor de combustión interna;

las figuras 2A y 2B son vistas de un filtro de partículas;

50 las figuras 3A y 3B son vistas para explicar una acción de oxidación de partículas;

las figuras 4A y 4C son vistas para explicar una acción de deposición de partículas;

55 la figura 5 es una vista que muestra una relación entre la cantidad de las partículas que pueden eliminarse mediante oxidación y la temperatura del filtro de partículas;

la figura 6 es un diagrama de flujo para controlar el funcionamiento de un motor;

60 la figura 7 es una vista para explicar un método de pulsación de gas de escape;

las figuras 8A y 8B son vistas para explicar otro método de pulsación de gas de escape;

las figuras 9A y 9B son vistas para explicar otro método de pulsación de gas de escape adicional;

65 la figura 10 es una vista general del motor diseñado para realizar otro método de pulsación de gas de escape adicional;

ES 2 292 571 T3

la figura 11 es una vista general del motor diseñado para realizar otro método de pulsación de gas de escape adicional;

5 la figura 12 es una vista general del motor diseñado para realizar otro método de pulsación de gas de escape adicional;

la figura 13 es un diagrama de flujo para eliminar las partículas que se depositan mediante oxidación;

10 la figura 14 es una vista en sección de la división del filtro de partículas;

la figura 15 es una vista de una pluralidad de filtros de partículas dispuestos en paralelo entre sí;

la figura 16 es un diagrama de flujo para eliminar las partículas que se depositan mediante oxidación;

15 las figuras 17A y 17B son vistas de un filtro de partículas;

la figura 18 es una vista en planta de otro tipo de filtro de partículas;

20 la figura 19 es una vista lateral del otro tipo del filtro de partículas;

la figura 20 es una vista en planta de una parte del otro tipo del filtro de partículas;

la figura 21 es una vista general del motor diseñado para hacer vibrar físicamente el filtro de partículas; y

25 la figura 22 es una vista general de otra realización del motor diseñado para hacer vibrar físicamente el filtro de partículas.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

30 Se hace referencia a las realizaciones mostradas en los dibujos. A continuación se explicará la presente invención. La figura 1 muestra el caso de aplicación de la presente invención a un motor de combustión interna de tipo de encendido por compresión. Se observa que la presente invención también puede aplicarse a un motor de combustión interna de tipo de encendido por chispa.

35 Haciendo referencia a la figura 1, 1 indica un cuerpo del motor, 2, un bloque de cilindros, 3, una culata, 4, un pistón, 5, una cámara de combustión, 6, un inyector de combustible controlado eléctricamente, 7, una válvula de admisión, 8, un orificio de admisión, 9, una válvula de escape, y 10, un orificio de escape. El orificio 8 de admisión está conectado a un tanque 12 de compensación a través de un correspondiente tubo 11 de admisión, mientras que el tanque 12 de compensación está conectado a un compresor 15 de un turbocompresor 14 de escape a través de un conducto 13 de admisión. Está dispuesto un anemómetro 13a para detectar la velocidad de flujo másico del aire de admisión en un tubo 13b de admisión aguas arriba del compresor 15. Dentro del conducto 13 de admisión está dispuesta una válvula 17 de mariposa accionada por un motor 16 paso a paso, y además, un dispositivo 18 refrigerador está dispuesto alrededor del conducto 13 de admisión para refrigerar el aire de admisión que fluye a través del conducto 13 de admisión. En la realización mostrada en la figura 1, el agua de refrigeración del motor se conduce al interior del dispositivo 18 refrigerador, y el aire de admisión es enfriado por el agua de refrigeración del motor. Por otra parte, el orificio 10 de escape está conectado a una turbina 21 de escape del turbocompresor 14 de escape a través de un colector 19 de escape y de un tubo 20 de escape y la salida de la turbina 21 de escape está conectada a una carcasa 23 que aloja un filtro 22 de partículas.

50 El colector 19 de escape y el tanque 12 de compensación están conectados entre sí a través de un conducto 24 de recirculación del gas de escape (EGR - *Exhaust Gas Recirculation*) y dentro del conducto 24 de EGR está dispuesta una válvula 25 de control de la EGR controlada eléctricamente. Un dispositivo 26 refrigerador está dispuesto alrededor del conducto 24 de EGR para enfriar el gas de EGR que circula dentro del conducto 24 de EGR. En la realización mostrada en la figura 1, el agua de refrigeración del motor se conduce al interior del dispositivo 26 refrigerador, y el gas de EGR es enfriado por el agua de refrigeración del motor. Por otra parte, cada inyector 6 de combustible está conectado a un depósito de combustible, un denominado raíl 27 común, a través de unos tubos 6a de alimentación de combustible se introduce el combustible en el raíl 27 común desde una bomba 28 de combustible de descarga variable, controlada eléctricamente y el combustible introducido en el raíl 27 común se alimenta a los inyectores 6 de combustible a través de los tubos 6a de alimentación de combustible. El raíl 27 común tiene sujeto al mismo un detector 29 de presión del combustible para detectar la presión del combustible en el raíl 27 común, y la descarga de la bomba 28 de combustible se controla basándose en la señal de salida del detector 29 de modo que la presión del combustible en el raíl 27 común se convierta en una presión objetivo del combustible.

65 Una unidad 30 electrónica de control se compone de un ordenador digital dotado de una memoria 32 ROM (de sólo lectura), una memoria 33 RAM (de acceso aleatorio), una CPU 34 (microprocesador), un puerto 35 de entrada y un puerto 36 de salida, conectados entre sí a través de un bus 31 bidireccional. La señal de salida del detector 29 de presión del combustible se introduce en el puerto 35 de entrada a través de un convertidor 37 AD correspondiente. Además, el filtro 22 de partículas tiene sujeto al mismo un detector 39 de temperatura para detectar el filtro 22 de

ES 2 292 571 T3

partículas, y la señal de salida de este detector 39 se introduce en el puerto 35 de entrada a través del convertidor 37 AD correspondiente. La señal de salida del anemómetro 13a se introduce en el puerto 35 de entrada a través del convertidor 37 AD correspondiente. Un pedal 40 acelerador tiene conectado al mismo un detector 41 de carga que genera una tensión de salida proporcional a la cantidad L de depresión del pedal 40 acelerador, y la tensión de salida de este detector 41 de carga se introduce en el puerto 35 de entrada a través del convertidor 37 AD correspondiente. Además, el puerto 35 de entrada tiene conectado al mismo un detector 42 de ángulo de cigüeñal que genera un pulso de salida cada vez que un cigüeñal gira, por ejemplo, 30 grados. Por otra parte, el puerto 36 de salida está conectado, a través de circuitos 38 de accionamiento correspondientes, a los inyectores 6 de combustible, el motor 16 paso a paso para accionar la válvula de mariposa, la válvula 25 de control de la EGR y la bomba 28 de combustible.

Las figuras 2A y 2B muestran la estructura del filtro 22 de partículas. Obsérvese que la figura 2A es una vista frontal del filtro 22 de partículas, mientras que la figura 2B es una vista en sección lateral del filtro 22 de partículas. Tal como se muestra en las figuras 2A y 2B, el filtro 22 de partículas forma una estructura de panal y está dotado de una pluralidad de conductos 50, 51 de circulación de escape que se extienden en paralelo entre sí. Estos conductos de circulación de escape se componen de unos conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape, con unos extremos aguas abajo sellados por bujías 52, y unos conductos 51 de flujo de salida de gas de escape, con unos extremos aguas arriba sellados por bujías 53.

Obsérvese que las partes sombreadas en la figura 2A muestran las bujías 53. Por tanto, los conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape y los conductos 51 de flujo de salida de gas de escape están dispuestos de manera alterna a través de unas divisiones 54 de pared delgadas. En otras palabras, los conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape y los conductos 51 de flujo de salida de gas de escape están dispuestos de modo que cada conducto 50 de flujo de entrada de gas de escape está rodeado por cuatro conductos 51 de flujo de salida de gas de escape y cada conducto 51 de flujo de salida de gas de escape está rodeado por cuatro conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape.

El filtro 22 de partículas está formado por un material poroso, tal como por ejemplo, cordierita y, por tanto, el gas de escape que fluye al interior de los conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape fluye hacia fuera, al interior de los conductos 51 de flujo de salida de gas de escape colindantes, a través de las divisiones 54 circundantes, tal como se muestra mediante las flechas en la figura 2B.

En esta realización de la presente invención, está formada una capa de un soporte que se compone de, por ejemplo, alúmina, sobre las superficies periféricas de los conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape y de los conductos 51 de flujo de salida de gas de escape, es decir, las superficies laterales opuestas completas de las divisiones 54, las superficies de terminales externas completas de las bujías 53 y las superficies terminales internas completas de las bujías 52, 53, y sobre el soporte están soportados un catalizador de metal precioso y un agente de liberación de oxígeno activo que absorbe el oxígeno y retiene el oxígeno si está presente oxígeno en exceso en los alrededores y libera el oxígeno retenido en la forma de oxígeno activo si disminuye la concentración del oxígeno en los alrededores.

Además, en esta realización de la presente invención, está formada una capa de un soporte que se compone de, por ejemplo, alúmina sobre las superficies de pared completas de los agujeros finos en cada división 54, y sobre el soporte están soportados un catalizador de metal precioso y el agente de liberación de oxígeno activo explicado anteriormente.

En este caso, en esta realización según la presente invención, se usa platino Pt como el catalizador de metal precioso y, como el agente de liberación de oxígeno activo, se hace uso de al menos uno de un metal alcalino tal como potasio K, sodio Na, litio Li, cesio Cs y rubidio Rb, un metal alcalinotérreo tal como bario Ba, calcio Ca y estroncio Sr, una tierra rara tal como lantano La, itrio Y y cerio Ce, un metal de transición tal como hierro Fe, y un elemento de la familia del carbono tal como estaño Sn.

Obsérvese que, como agente de liberación de oxígeno activo, se hace uso preferiblemente de un metal alcalino o un metal alcalinotérreo con una mayor tendencia a la ionización que el calcio Ca, es decir, potasio K, litio Li, cesio Cs, rubidio Rb, bario Ba y estroncio Sr.

A continuación, se explicará una acción de eliminación de las partículas en el gas de escape mediante el filtro 22 de partículas tomando como ejemplo el caso de soportar platino Pt y potasio K sobre un soporte, pero se realiza el mismo tipo de acción de eliminación de las partículas incluso cuando se usa otro metal precioso, metal alcalino, metal alcalinotérreo, tierra rara, metal de transición y elemento de la familia del carbono.

En un motor de combustión interna del tipo de encendido por compresión tal como se muestra en la figura 1, se produce la combustión incluso con un exceso de aire, y por tanto, el gas de escape contiene una gran cantidad de aire en exceso. Es decir, si la relación entre el aire y el combustible introducidos en el conducto de admisión, y la cámara 5 de combustión, se denomina la relación aire-combustible del gas de escape, entonces en un motor de combustión interna del tipo de encendido por compresión tal como se muestra en la figura 1, la relación aire-combustible del gas de escape es pobre. Además, en la cámara 5 de combustión, se genera NO, de modo que el gas de escape contiene NO. Además, el combustible contiene azufre S, y este azufre S reacciona con el oxígeno en la cámara 5 de combustión para convertirse en SO₂. Por tanto, el gas de escape contiene SO₂. En consecuencia, el gas de escape que contiene oxígeno en exceso, NO, y SO₂ fluye al interior de los conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape del filtro 22 de partículas.

ES 2 292 571 T3

Las figuras 3A y 3B son vistas ampliadas de la superficie de la capa de soporte formada sobre las superficies circunferenciales internas de los conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape. Obsérvese que en las figuras 3A y 3B, 60 indica partículas de platino Pt, mientras que 61 indica el agente de liberación de oxígeno activo que contiene potasio K.

5 Tal como se explicó anteriormente, puesto que está contenida una gran cantidad de oxígeno en exceso en el gas de escape, si el gas de escape fluye al interior de los conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape del filtro 22 de partículas, tal como se muestra en la figura 3A, el oxígeno O_2 se adhiere a la superficie del platino Pt en la forma de O_2^- u O^{2-} . Por otra parte, el NO en el gas de escape reacciona con el O_2^- u O^{2-} sobre la superficie del platino Pt para convertirse en NO_2 ($2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$). A continuación, parte del NO_2 producido se absorbe en el agente 61 de liberación de oxígeno activo mientras se está oxidando sobre el platino Pt y se difunde en el agente 61 de liberación de oxígeno activo en la forma de iones nitrato NO_3^- tal como se muestra en la figura 3A mientras se une con el potasio K para producir nitrato de potasio KNO_3 .

15 Por otra parte, tal como se explicó anteriormente, el gas de escape también contiene SO_2 , y este SO_2 se absorbe en el agente 61 de liberación de oxígeno activo mediante un mecanismo similar al de NO. Es decir, de la manera anterior, el oxígeno O_2 se adhiere a la superficie del platino Pt en la forma de O_2^- u O^{2-} , y el SO_2 en el gas de escape reacciona con el O_2^- u O^{2-} sobre la superficie del platino Pt para convertirse en SO_3 . A continuación, parte del SO_3 producido se absorbe en el agente 61 de liberación de oxígeno activo mientras se está oxidando sobre el platino Pt y se difunde en el agente 61 de liberación de oxígeno activo en la forma de iones sulfato SO_4^{2-} mientras se une con el potasio K para producir sulfato de potasio K_2SO_4 . De esta manera, el sulfato de potasio KNO_3 y el sulfato de potasio K_2SO_4 se producen en el agente 61 de liberación de oxígeno activo.

25 Por otra parte, se producen partículas que se componen principalmente de carbono en la cámara 5 de combustión, y por tanto, el gas de escape contiene las partículas. Las partículas contenidas en el gas de escape entran en contacto y se adhieren a la superficie de la capa de soporte, por ejemplo, la superficie del agente 61 de liberación de oxígeno activo, tal como se muestra mediante 62 en la figura 3B cuando el gas de escape está fluyendo a través de los conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape del filtro 22 de partículas o cuando se dirige desde los conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape hasta los conductos 51 de flujo de salida de gas de escape.

30 Si las partículas 62 se adhieren a la superficie del agente 61 de liberación de oxígeno activo de esta manera, disminuye la concentración de oxígeno en la superficie de contacto de la partícula 62 y el agente 61 de liberación de oxígeno activo. Si disminuye la concentración de oxígeno, se produce una diferencia en la concentración con el interior del agente 61 de liberación de oxígeno activo de alta concentración de oxígeno y, por tanto, el oxígeno en el agente 61 de liberación de oxígeno activo se desplaza hacia la superficie de contacto entre las partículas 62 y el agente 61 de liberación de oxígeno activo. Como resultado, el nitrato de potasio KNO_3 formado en el agente 61 de liberación de oxígeno activo se descompone en potasio K, oxígeno O, y NO, y entonces el oxígeno O se desplaza hacia la superficie de contacto entre la partícula 62 y el agente 61 de liberación de oxígeno activo, mientras se libera el NO desde el agente 61 de liberación de oxígeno activo al exterior. El NO liberado al exterior se oxida sobre el platino Pt del lado aguas abajo y se absorbe de nuevo en el agente 61 de liberación de oxígeno activo.

45 Por otra parte, el sulfato de potasio K_2SO_4 formado en el agente 61 de liberación de oxígeno activo también se descompone en potasio K, oxígeno O, y SO_2 , y entonces el oxígeno O se desplaza hacia la superficie de contacto entre las partículas 62 y el agente 61 de liberación de oxígeno activo, mientras se libera el SO_2 desde el agente 61 de liberación de oxígeno activo al exterior. El SO_2 liberado al exterior se oxida sobre el platino Pt en el lado aguas abajo y se absorbe de nuevo en el agente 61 de liberación de oxígeno activo. Obsérvese que, puesto que el sulfato de potasio K_2SO_4 es estable, el sulfato de potasio K_2SO_4 libera menos oxígeno activo que el nitrato de potasio KNO_3 .

50 Además, tal como se explicó anteriormente, el agente 61 de liberación de oxígeno activo produce y libera el oxígeno activo en el proceso de la reacción de NO_x con el oxígeno cuando el agente 61 de liberación de oxígeno activo absorbe NO_x en la forma de los iones nitrato NO_3^- . De manera similar, tal como se explicó anteriormente, el agente 61 de liberación de oxígeno activo produce y libera el oxígeno activo en el proceso de la reacción de SO_2 con el oxígeno cuando el agente 61 de liberación de oxígeno activo absorbe SO_2 en la forma de los iones sulfato SO_4^{2-} .

55 Por otra parte, el oxígeno O que se desplaza hacia la superficie de contacto entre las partículas 62 y el agente 61 de liberación de oxígeno activo es el oxígeno que se ha descompuesto a partir de compuestos tales como nitrato de potasio KNO_3 o sulfato de potasio K_2SO_4 . El oxígeno O que se ha descompuesto a partir de estos compuestos tiene una energía elevada y tiene una reactividad extremadamente alta. Por tanto, el oxígeno que se desplaza hacia la superficie de contacto entre la partícula 62 y el agente 61 de liberación de oxígeno activo es oxígeno O activo.

60 De manera similar, el oxígeno producido en el proceso de la reacción de NO_x con el oxígeno o la reacción de SO_2 con el oxígeno en el agente 61 de liberación de oxígeno activo es también oxígeno activo.

65 Si este oxígeno O activo se pone en contacto con las partículas 62, las partículas 62 se oxidan sin emitir una llama luminosa durante un corto periodo (de varios segundos a varias decenas de minutos) y así se eliminan completamente. Así, casi no se deposita ninguna partícula 62 sobre el filtro 22 de partículas. Por tanto, el agente 61 de liberación de oxígeno activo es un material oxidante para oxidar las partículas.

ES 2 292 571 T3

Cuando las partículas depositadas en capas sobre el filtro 22 de partículas se queman según la técnica anterior, el filtro 22 de partículas se calienta al rojo y se quema junto con una llama. Este quemado junto con una llama no continúa a menos que la temperatura sea elevada, y por tanto, para continuar tal quemado junto con tal llama, la temperatura del filtro 22 de partículas debe mantenerse a una temperatura elevada.

5

A diferencia de esto, en la presente invención, las partículas 62 se oxidan sin emitir una llama luminosa tal como se explicó anteriormente, y en este momento, la superficie del filtro 22 de partículas no se calienta al rojo. Es decir, en otras palabras, en la presente invención, las partículas 62 se eliminan mediante oxidación mediante una temperatura considerablemente inferior a la de la técnica anterior. En consecuencia, la acción de eliminación de las partículas 62 mediante oxidación sin emitir una llama luminosa según la presente invención es completamente diferente de la acción de eliminación de partículas convencional mediante quemado acompañado por una llama.

10

El platino Pt y el agente 61 de liberación de oxígeno activo se vuelven más activos, cuanto mayor es la temperatura del filtro 22 de partículas, de modo que aumenta la cantidad de las partículas que pueden eliminarse mediante oxidación por unidad de tiempo sin emitir una llama luminosa sobre el filtro 22 de partículas, cuanto mayor es la temperatura del filtro 22 de partículas.

15

Una línea continua en la figura 5 muestra la cantidad G de las partículas que pueden eliminarse mediante oxidación por unidad de tiempo sin emitir una llama luminosa. Las abscisas de la figura 5 muestran la temperatura TF del filtro 22 de partículas. Ahora, si la cantidad de las partículas descargadas desde la cámara 5 de combustión por unidad de tiempo se denomina cantidad M de partículas descargadas, cuando la cantidad M de partículas descargadas es menor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación para la misma unidad de tiempo, es decir, en la región I de la figura 5, todas las partículas descargadas desde la cámara 5 de combustión se eliminan mediante oxidación sucesivamente en un corto tiempo (de varios segundos a varias decenas de minutos) sin emitir una llama luminosa sobre el filtro 22 de partículas mediante el contacto de las partículas con el filtro 22 de partículas.

20

A diferencia de esto, cuando la cantidad M de las partículas descargadas es mayor que la cantidad G de las partículas que pueden eliminarse mediante oxidación, es decir, en la región II de la figura 5, la cantidad del oxígeno activo no es suficiente para la oxidación de todas las partículas. Las figuras 4A a 4C muestran el estado de oxidación de las partículas en este caso.

30

Es decir, cuando la cantidad de oxígeno activo no es suficiente para la oxidación de todas las partículas, si se adhieren partículas 62 sobre el agente 61 de liberación de oxígeno activo tal como se muestra en la figura 4A, sólo se oxida parte de las partículas 62, y entonces queda una parte de las partículas no oxidada suficientemente sobre la capa de soporte. A continuación, si continúa el estado de cantidad insuficiente de oxígeno activo, se van quedando las partes de las partículas no oxidadas sucesivamente sobre la capa de soporte, y como resultado, tal como se muestra en la figura 4B, la superficie de la capa de soporte está cubierta por la parte 63 de partículas residuales.

35

Esta parte 63 de partículas residuales que cubre la superficie de la capa de soporte cambia gradualmente a grafito difícil de oxidar, y por tanto, la parte 63 de partículas residuales permanece fácilmente tal cual. Además, si la superficie de la capa de soporte está cubierta por la parte 63 de partículas residuales, se suprimen la acción de oxidación del NO y el SO₂ mediante el platino Pt y la acción de liberación del oxígeno activo desde el agente 61 de liberación de oxígeno activo. Como resultado, tal como se muestra en la figura 4C, se depositan sucesivamente otras partículas 64 sobre la parte 63 de partículas residuales. Es decir, las partículas se depositan en capas. Si las partículas se depositan en capas de esta manera, las partículas están separadas a distancia del platino Pt o el agente 61 de liberación de oxígeno activo, de modo que incluso si son partículas fácilmente oxidables, no se oxidarán mediante oxígeno O activo, y por tanto, se depositan sucesivamente otras partículas sobre las partículas 64. Es decir, si continúa el estado de que la cantidad M de partículas descargadas es mayor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación, se depositan partículas en capas sobre el filtro 22 de partículas y, por tanto, a menos que se haga superior la temperatura del gas de escape o se haga superior la temperatura del filtro 22 de partículas, ya no es posible hacer que las partículas que se depositan se inflamen y se quemen.

40

De esta manera, en la región I de la figura 5, las partículas se queman en un corto tiempo sin emitir una llama luminosa sobre el filtro 22 de partículas. Por otra parte, en la región II de la figura 5, las partículas se depositan en capas sobre el filtro 22 de partículas. Por tanto, para evitar que las partículas se depositen en capas sobre el filtro 22 de partículas, la cantidad M de partículas descargadas tiene que mantenerse menor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación en todo momento.

55

Tal como se entenderá a partir de la figura 5, con el filtro 22 de partículas usado en esta realización de la presente invención, las partículas pueden oxidarse incluso si la temperatura TF del filtro 22 de partículas es considerablemente baja, y por tanto, en un motor de combustión interna del tipo de encendido por compresión mostrado en la figura 1, es posible mantener la cantidad M de partículas descargadas y la temperatura TF del filtro 22 de partículas de modo que la cantidad M de partículas descargadas habitualmente se vuelve menor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación.

60

Por tanto, en la primera realización de la presente invención, la cantidad M de partículas descargadas y la temperatura TF del filtro 22 de partículas se mantienen de modo que la cantidad M de partículas descargadas habitualmente se vuelve menor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación. Si la cantidad M de par-

65

ES 2 292 571 T3

tículas descargadas se mantiene para ser habitualmente menor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación, las partículas apenas se depositan en capas sobre el filtro 22 de partículas y, como resultado, la pérdida de presión del flujo del gas de escape en el filtro 22 de partículas apenas aumenta. Por tanto, la potencia del motor apenas disminuye.

Por otra parte, tal como se explicó anteriormente, si las partículas se depositan en capas sobre el filtro 22 de partículas, es difícil oxidar las partículas mediante oxígeno activo incluso cuando la cantidad M de partículas descargadas se vuelve menor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación. Sin embargo, cuando las partes de las partículas que no se oxidan empiezan a permanecer, es decir, la cantidad de partículas que se depositan es menor que un nivel determinado, pueden eliminarse las partículas restantes mediante oxidación con el oxígeno O activo sin emitir una llama luminosa si la cantidad M de partículas descargadas se vuelve menor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación.

Según una realización de la presente invención, la cantidad M de partículas descargadas y la temperatura TF del filtro de partículas se mantienen de tal manera que la cantidad M de partículas descargadas normalmente es menor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación, y de tal manera que la superficie de la capa de soporte no está cubierta por las partes 63 de partículas restantes a diferencia del caso mostrado en la figura 4B incluso cuando la cantidad M de partículas descargadas se vuelve temporalmente mayor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación, es decir, de tal manera que la cantidad de partículas que se depositan del filtro 22 de partículas en capas se mantiene menor que un nivel determinado de modo que se eliminen las partículas mediante oxidación cuando la cantidad M de partículas descargadas se vuelve menor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación.

En particular, justo después de iniciarse el funcionamiento del motor, la temperatura TF del filtro 22 de partículas es baja, y así, la cantidad M de partículas descargadas es mayor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación. Por tanto, considerando el funcionamiento real del motor, se considera que la segunda realización es práctica.

Por otra parte, incluso si la cantidad M de partículas descargadas y la temperatura TF del filtro 22 de partículas se controlan para poner en práctica la primera o la segunda realización, pueden depositarse partículas sobre el filtro 22 de partículas en capas. En este caso, las partículas que se depositan sobre el filtro 22 de partículas pueden oxidarse sin emitir una llama luminosa enriqueciendo temporalmente la relación aire-combustible de una parte o de todo el gas de escape.

Es decir, si la relación aire-combustible del gas de escape ha seguido siendo pobre durante un periodo de tiempo determinado, se adhiere una gran cantidad de oxígeno al platino Pt, y así, disminuye la capacidad catalítica del platino Pt. Sin embargo, si la relación aire-combustible del gas de escape se enriquece para disminuir la concentración de oxígeno en el gas de escape, se elimina el oxígeno del platino Pt, y así, se recupera la capacidad catalítica del platino Pt. Por tanto, cuando la relación aire-combustible del gas de escape se enriquece, se fomenta la rápida liberación de oxígeno O activo desde el agente 61 de liberación de oxígeno activo al exterior. Así, se cambia la naturaleza de las partículas que se depositan hasta un grado en que las partículas se oxidan fácilmente mediante el oxígeno O activo liberado rápidamente, y las partículas se eliminan mediante oxidación con el oxígeno activo sin emitir una llama luminosa. Por tanto, cuando la relación aire-combustible del gas de escape se enriquece, aumenta totalmente la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación. Obsérvese que, en este caso, la relación aire-combustible del gas de escape se enriquece cuando las partículas se depositan en capas sobre el filtro 22 de partículas o periódicamente de manera independiente a las partículas que se depositan en capas.

Por ejemplo, puede emplearse un método que comprende las etapas de controlar los grados de apertura de la válvula 17 de mariposa y la válvula 25 de control de la EGR de tal manera que el índice de EGR (la cantidad de gas de EGR/(la cantidad de aire de admisión + la cantidad de gas de EGR)) es igual a, o mayor que, el 65 por ciento y controlar la cantidad de combustible inyectado de tal manera que la relación aire-combustible media en la cámara 5 de combustión es rica cuando la carga del motor es relativamente baja como método para enriquecer la relación aire-combustible del gas de escape.

La figura 6 muestra un ejemplo de la rutina para controlar el funcionamiento del motor explicado anteriormente.

Haciendo referencia a la figura 6, inicialmente en la etapa 100, se evalúa si la relación aire-combustible media en la cámara 5 de combustión debe enriquecerse. Cuando se evalúa que no es necesario enriquecer la relación aire-combustible media en la cámara 5 de combustión, la rutina pasa a la etapa 101 en la que se controla el grado de apertura de la válvula 17 de mariposa, y entonces, en la etapa 102, se controla el grado de apertura de la válvula 25 de control de la EGR, y luego, en la etapa 103, se controla la cantidad de combustible inyectado de tal manera que la cantidad M de partículas descargadas se mantiene menor que la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación.

Por otra parte, en la etapa 100, cuando se evalúa que la relación aire-combustible media en la cámara 5 de combustión debe enriquecerse, la rutina pasa a la etapa 104 en la que se controla el grado de apertura de la válvula 17 de mariposa, y entonces, en la etapa 105, se controla el grado de apertura de la válvula 25 de control de la EGR de tal manera que el índice de EGR se mantiene igual a, o mayor que, el 65 por ciento, y luego, en la etapa 106, se controla la

ES 2 292 571 T3

cantidad de combustible inyectado de tal manera que la relación aire-combustible media en la cámara 5 de combustión se mantiene rica.

5 Tal como se explicó anteriormente, las divisiones 54 para dividir los conductos 50, 51 de circulación de escape del filtro 22 de partículas están formadas por el material poroso, y el platino Pt y el agente 61 de liberación de oxígeno activo están soportados sobre las superficies de pared que definen los agujeros finos de las divisiones 54. El gas de escape fluye a través de los agujeros finos de las divisiones 54, y entonces, las partículas se eliminan mediante oxidación mientras que el gas de escape fluye a través de los agujeros finos desde los conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape hasta los conductos 51 de flujo de salida de gas de escape. Sin embargo, las partículas
10 pueden depositarse en los agujeros finos, obstruyendo así los agujeros finos. Además, si la cantidad de partículas que se depositan se vuelve grande, los agujeros finos se bloquearán. En este caso, posteriormente, las partículas no se eliminan mediante oxidación. Según la presente invención, las partículas que se depositan en los agujeros finos de las divisiones 54 se eliminan mediante oxidación fluidizando de manera forzada las partículas en el interior de las divisiones mediante uno de varios métodos explicados más adelante.

15 Cuando las partículas que no se eliminan mediante oxidación y se adhieren a las superficies de pared que definen los agujeros finos de las divisiones 54 o a las partículas que permanecen sobre las superficies de pared que definen los agujeros finos se fluidizan en los agujeros finos de las divisiones 54, aumentan las oportunidades de que las partículas entren en contacto con el agente de liberación de oxígeno activo soportado sobre las otras superficies de pared que definen los agujeros finos, y así, la capacidad de eliminación mediante oxidación se vuelve extremadamente grande. Además, cuando se fluidizan las partículas en los agujeros finos de las divisiones, y así, las partículas se eliminan mediante oxidación, usando las otras superficies de pared que definen los agujeros finos, se usan uniformemente las superficies de pared que definen los agujeros finos de las divisiones, y así, la cantidad de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación mediante el filtro de partículas se mantiene grande.

25 A continuación, se explicarán métodos concretos para fluidizar partículas en los agujeros finos de las divisiones. Un método que comprende las etapas de pulsar el gas de escape e introducir el gas de escape pulsado en los agujeros finos de las divisiones, un método que comprende una etapa de invertir el sentido de flujo de entrada del gas de escape que fluye hacia los agujeros finos de las divisiones, y un método que comprende una etapa de hacer vibrar físicamente el propio filtro de partículas. A continuación, se explicarán estos métodos a su debido tiempo. Sólo se considera que forma parte de la presente invención el método que comprende una etapa de invertir el sentido de flujo de entrada del gas de escape hacia los agujeros finos de la división. Todos los demás métodos se describen únicamente como información.

30 Según el primer método que comprende una etapa de pulsar el gas de escape, que no forman parte de la presente invención, las partículas que se depositan en los agujeros finos de las divisiones 54 se hacen vibrar mediante el gas de escape pulsado. Mediante la vibración, se fuerza a las partículas a desorberse de las superficies de pared que definen los agujeros finos de las divisiones 54 y, entonces, se mueven en los agujeros finos. Obsérvese que el gas de escape se pulsa creando partes que tienen diferentes presiones en el gas de escape. Tal como se muestra en la figura 1, un dispositivo 39a de pulsación de gas de escape está dispuesto en el conducto 20a de escape entre la turbina 21 de escape y el convertidor 23 catalítico, y se introduce un gas que tiene una presión superior a la del gas de escape desde el dispositivo 39a hacia el gas de escape a intervalos de tiempo extremadamente cortos. Así, se pulsa el gas de escape.

45 Alternativamente, el gas de escape puede pulsarse empleando un método que comprende una etapa de extraer el gas de escape mediante el dispositivo 39a de pulsación de gas de escape a intervalos de tiempo extremadamente cortos, como otro método. Además, alternativamente, el gas de escape puede pulsarse empleando un método que comprende las etapas de extraer el gas de escape al interior del dispositivo 39a de pulsación de gas de escape y descargar el gas de escape extraído desde el dispositivo 39a, es decir, repetir la extracción y descarga del gas de escape a intervalos de tiempo extremadamente cortos, como otro método.

50 Además, alternativamente, tal como se muestra en la figura 7, en el caso en el que el motor está construido de tal manera que el conducto 20 de escape aguas arriba de la turbina 21 de escape está conectado al conducto 20 de escape aguas abajo de la turbina 21 de escape mediante un conducto 20b de derivación, y que una válvula 20c de control de derivación está dispuesta en el conducto 20b de derivación, y que el gas de escape sorte la turbina 21 de escape mediante el conducto 20b de derivación cuando se abre la válvula 20c de control de derivación, el gas de escape puede pulsarse empleando un método que comprende una etapa de repetir la apertura y el cierre de la válvula 20c de control de derivación, como otro método. En este caso, se observa que la válvula 20c de control de derivación está conectada al puerto 36 de salida a través de un correspondiente circuito 38 de accionamiento.

60 Además, alternativamente, en el caso en el que el motor tiene una pluralidad de las cámaras 5 de combustión, el gas de escape puede pulsarse empleando un método que comprende una etapa de inyectar el combustible sólo en determinadas cámaras 5 de combustión desde los inyectores 6 de combustible, haciendo de este modo diferentes entre sí las presiones del gas de escape descargado desde las cámaras 5 de combustión.

65 Además, alternativamente, el gas de escape puede pulsarse en gran medida empleando un método que comprende una etapa de inyectar combustible en la cámara 5 de combustión desde el inyector 6 de combustible durante la última mitad de la carrera de trabajo o la carrera de escape tras inyectarse el combustible para accionar el motor en la cámara 5 de combustión desde el inyector 6 de combustible, como otro método. Según este método, se quema el combustible

ES 2 292 571 T3

inyectado en la cámara 5 de combustión durante la última mitad de la carrera de trabajo o la carrera de escape, pero no se usa la potencia del mismo para accionar el motor, así la presión del gas de escape descargado desde la cámara 5 de combustión hasta el orificio de escape se vuelve mayor que la del gas de escape descargado cuando el motor se hace funcionar normalmente, y así, el gas de escape se pulsa en gran medida. Las figuras 8A y 8B muestran estos fenómenos.

Tal como se muestra mediante la referencia I_m en la figura 8A, se realiza una inyección de combustible para accionar el motor (a continuación en el presente documento, denominado como inyección de combustible principal) en la última mitad de la carrera de trabajo cuando el motor se hace funcionar normalmente. En este caso, la presión en la cámara 5 de combustión (a continuación en el presente documento, denominado como presión del cilindro) cambia tal como se muestra mediante la curva C_1 . Es decir, la presión del cilindro aumenta gradualmente a medida que el tiempo avanza hacia el punto TDC muerto superior de la carrera de compresión, y tras el punto TDC muerto superior de la carrera de compresión, disminuye gradualmente. La válvula 9 de escape se abre mientras que la presión del cilindro disminuye gradualmente, y así, la presión del gas de escape descargado hasta el orificio 10 de escape (a continuación en el presente documento, denominado como presión de escape) cambia tal como se muestra mediante la curva C_2 . En este caso, el gas de escape que tiene la presión $P_{\max 1}$ máxima se descarga hasta el orificio 10 de escape.

Por otra parte, tal como se muestra mediante la referencia I_p en la figura 8B, cuando el funcionamiento del motor está en un estado en el que el gas de escape debe pulsarse en gran medida, se realiza una inyección de combustible (a continuación en el presente documento, denominado como inyección de combustible secundaria) en la última mitad de la carrera de trabajo o la carrera de escape tras realizarse la inyección I_m de combustible principal. En este caso, la presión del cilindro cambia tal como se muestra en la curva C_3 . Es decir, la presión del cilindro aumenta gradualmente a medida que el tiempo avanza hacia el punto TDC muerto superior de la carrera de compresión y, tras el punto TDC muerto superior de la carrera de compresión, disminuye gradualmente, pero en el momento en el que se hace funcionar normalmente el motor, la presión del cilindro se mantiene constante temporalmente justo después de realizarse la inyección de combustible secundaria, y posteriormente, disminuye gradualmente. Entonces, la válvula 9 de escape se abre mientras que la presión del cilindro se mantiene constante. Por tanto, el gas de escape, que tiene una presión $P_{\max 2}$ máxima mayor que la presión $P_{\max 1}$ máxima cuando el motor se hace funcionar normalmente, se descarga hasta el orificio 10 de escape. De este modo, el gas de escape se pulsa en gran medida.

Alternativamente, en el caso en el que el motor comprende una pluralidad de las cámaras 5 de combustión, la inyección de combustible secundaria explicada anteriormente puede realizarse en todas las cámaras 5 de combustión, o sólo en determinadas cámaras 5 de combustión. Se determina qué forma de inyección de combustible secundaria se emplea dependiendo de, por ejemplo, la forma deseada de pulsación del gas de escape, o la cantidad de combustible inyectada mediante la inyección de combustible secundaria para hacer que el gas de escape se pulse con un grado deseado de la pulsación, o la posibilidad de que el combustible inyectado mediante la inyección de combustible secundaria se adhiera a la superficie de pared interna que define la cámara 5 de combustión, o la cantidad de partículas que se depositan.

Además, en el caso en el que la inyección de combustible secundaria se realiza en la última mitad de la carrera de escape, el combustible inyectado mediante la inyección de combustible secundaria no se quema en la cámara 5 de combustión, y así, puede descargarse hasta el orificio 10 de escape. Sin embargo, en este caso, el fin de pulsar el gas de escape se logra de manera suficiente mediante medios para el quemado del combustible no quemado descargado hasta el orificio 10 de escape antes de que el combustible no quemado fluya al interior del filtro 22 de partículas.

Además, alternativamente, el gas de escape puede pulsarse en gran medida empleando un método que comprende una etapa de adelantar el momento para abrir la válvula 9 de escape en comparación con el momento normal para abrir la válvula de escape, como otro método. Según este método, tras el punto muerto superior de la carrera de compresión, cuanto antes sea el momento, mayor es la presión del cilindro, y así, cuando antes se abra la válvula 9 de escape, mayor es la presión del gas de escape descargado hasta el orificio 10 de escape, de este modo el gas de escape se pulsa en gran medida. Las figuras 9A y 9B muestran estos fenómenos.

Tal como se muestra en la figura 9A, cuando el motor se hace funcionar normalmente, la válvula 9 de escape se abre en un tiempo t_{no} , y se cierra en un tiempo t_{nc} . Cuando la válvula 9 de escape se abre y se cierra de esta manera, el gas de escape que tiene una presión $P_{\max 3}$ máxima se descarga hasta el orificio 10 de escape. Por otra parte, tal como se muestra en la figura 9B, cuando el funcionamiento del motor está en el estado en el que el gas de escape debe pulsarse en gran medida, la válvula 9 de escape se abre en un tiempo t_{so} anterior al tiempo t_{no} , y se cierra en un tiempo t_{sc} anterior al tiempo t_{nc} . Cuando la válvula 9 de escape se abre de esta manera, el gas de escape que tiene una presión $P_{\max 4}$ máxima mayor que la presión $P_{\max 3}$ máxima se descarga hasta el orificio 10 de escape. De este modo, el gas de escape se pulsa en gran medida.

En el caso en el que el motor tiene una pluralidad de las cámaras 5 de combustión, se adelanta el momento para abrir la válvula 9 de escape en todas las cámaras 5 de combustión, o sólo en determinadas cámaras 5 de combustión. Se determina qué forma se emplea, dependiendo de, por ejemplo, la forma deseada de pulsación del gas de escape, o la cantidad de partículas que se depositan.

Además, alternativamente, el gas de escape puede pulsarse en gran medida empleando un método que comprende las etapas de montar un inyector 39b de aire para inyectar aire aguas arriba de la turbina 21 de escape tal como se

ES 2 292 571 T3

muestra en la figura 10, e introducir el aire procedente del inyector 39b en el gas de escape. Según esto, el combustible no quemado pero que puede quemarse incluido en el gas de escape se quema con el aire inyectado desde el inyector 39b con la influencia del gas de escape que tiene la temperatura elevada, y así, aumenta la presión del gas de escape. Se observa que el inyector 39b está conectado al puerto 36 de salida a través de un correspondiente circuito 38 de accionamiento.

Además, este método es ventajoso con respecto al método explicado anteriormente que comprende una etapa de realizar la inyección de combustible secundaria o adelantar el momento para abrir la válvula de escape puesto que puede determinarse libremente un intervalo para aumentar la presión del gas de escape. Además, en el caso en el que la cantidad de combustible no quemado quemar incluido en el gas de escape es relativamente pequeña, la inyección de combustible secundaria puede realizarse en la última mitad de la carrera de trabajo o la carrera de escape.

Además, en el caso en el que este método se realiza cuando se desacelera el funcionamiento del motor, se realiza el siguiente control. Es decir, cuando el gas de escape debe pulsarse en gran medida mientras que se desacelera el funcionamiento del motor, se inyecta combustible en un momento en el que no se acciona el motor, y se inyecta aire desde el inyector 39b de aire. Según esto, se descarga el combustible inyectado en el momento en el que no se acciona el motor desde la cámara 5 de combustión, y reacciona con el aire inyectado desde el inyector 39b, aumentando de este modo la presión del gas de escape. Según esto, el gas de escape se pulsa en gran medida.

Forzar el gas de escape a pulsarse en gran medida en la desaceleración del funcionamiento del motor es eficaz para fluidizar las partículas en el filtro 22 de partículas. Esto es debido a que no se inyecta combustible para accionar el motor en la desaceleración del funcionamiento del motor, y así, la presión del gas de escape es esencialmente baja, y además, si se fuerza que se creen partes que tienen una presión elevada en el gas de escape, el grado de variación de la presión del gas de escape que fluye hacia el filtro 22 de partículas se vuelve extremadamente grande.

Además, alternativamente, puede emplearse un método que comprende las etapas de montar un inyector 39b de aire entre la turbina 21 de escape y el filtro 22 de partículas tal como se muestra en la figura 11, montar una bujía 39c de encendido aguas abajo del inyector 39b y aguas arriba del filtro 22 de partículas, introducir aire desde el inyector 39b en el gas de escape, y activar la bujía 39c para que reaccione el combustible no quemado incluido en el gas de escape con el aire inyectado desde el inyector 39b como otro método. Según esto, el combustible no quemado incluido en el gas de escape se quema mediante reacción con el aire inyectado desde el inyector 39b, y de este modo, aumenta la presión de parte del gas de escape, y así, se pulsa el gas de escape. Se observa que el inyector 39b y la bujía 39c están conectados al puerto 36 de salida a través de correspondientes circuitos 38 de accionamiento.

Además, este método es ventajoso con respecto al método explicado anteriormente que comprende una etapa de introducir aire en el gas de escape aguas arriba de la turbina 21 de escape puesto que aumenta la presión del gas de escape cerca del filtro 22 de partículas, y de este modo, el gas de escape se pulsa en mayor medida. Además, usando este método, el gas de escape puede pulsarse en gran medida sin inyectar combustible en la cámara de combustión cuando se desacelera el funcionamiento del motor, y el motor no ha de accionarse.

Además, alternativamente, el gas de escape puede pulsarse en gran medida empleando un método que comprende las etapas de montar un segundo inyector 6b de combustible para inyectar combustible entre la turbina 21 de escape y el filtro 22 de partículas tal como se muestra en la figura 12, conectar el segundo inyector 6b de combustible al raíl 27 común, e introducir el combustible en el gas de escape, como otro método. Según esto, el combustible inyectado desde el segundo inyector 6b de combustible se quema mediante reacción con el oxígeno incluido en el gas de escape, y de este modo, aumenta la presión del gas de escape, y así, el gas de escape se pulsa en gran medida. Se observa que el segundo inyector 6b de combustible está conectado al puerto 36 de salida a través de un correspondiente circuito 38 de accionamiento.

Además, en el caso en el que la cantidad de oxígeno incluido en el gas de escape no es suficientemente grande para quemar el combustible inyectado desde el segundo inyector 6b de combustible, puede disponerse un inyector de aire aguas arriba del segundo inyector 6b de combustible para introducir aire en el gas de escape. Además, en el caso en el que la temperatura del gas de escape no es suficientemente alta para quemar el combustible inyectado desde el segundo inyector 6b de combustible, puede disponerse una bujía de encendido aguas abajo del segundo inyector 6b de combustible para inflamar el combustible incluido en el gas de escape.

Los métodos explicados anteriormente, cada uno de los cuales usa el dispositivo de pulsación de escape, hace que el gas de escape sortee la turbina de escape, usa la inyección de combustible secundaria, adelanta el momento para abrir la válvula de escape, usa el inyector de aire, usa la bujía de encendido y usa el segundo inyector de combustible, pueden combinarse opcionalmente, considerando las acciones y ventajas de los mismos.

La figura 13 muestra un ejemplo de la rutina para realizar el procedimiento explicado anteriormente para eliminar partículas que se depositan.

Haciendo referencia a la figura 13, inicialmente en la etapa 200, se evalúa si la pérdida P de presión debida al filtro 22 de partículas es mayor que un nivel PTH predeterminado ($P > PTH$). La pérdida de presión significa la diferencia en la presión entre la presión del gas de escape aguas arriba del filtro 22 de partículas y la presión del gas de escape aguas abajo del filtro 22 de partículas. Cuando se evalúa que $P > PTH$ en la etapa 200, se supone que se deposita una cantidad

ES 2 292 571 T3

relativamente grande de partículas en los agujeros finos de las divisiones 54 del filtro 22 de partículas puesto que la pérdida P de presión es relativamente grande, y se evalúa que es necesario eliminar las partículas mediante oxidación, y entonces, en la etapa 201, se realiza un procedimiento de pulsación de gas de escape mediante la realización de uno de los métodos explicados anteriormente.

5 Por otra parte, cuando se evalúa que $P \leq PTH$ en la etapa 200, se determina que no es necesario realizar el procedimiento de pulsación de gas de escape y, entonces, se termina la rutina.

10 Además, alternativamente, en la disposición en la que la pluralidad de filtros de partículas 22 están dispuestos en paralelo entre sí tal como se muestra en la figura 15, el gas de escape puede pulsarse mediante un método diferente del método explicado anteriormente que usa el dispositivo 39a de pulsación de gas de escape. Es decir, en este caso, una válvula 22a de retención está dispuesta aguas arriba de cada filtro 22a de partículas, y así, mediante la repetición de manera cíclica extremadamente rápida de la apertura y el cierre de determinadas válvulas 22a de retención, aumenta y disminuye de manera cíclica extremadamente rápida la cantidad de gas de escape que fluye hacia los filtros 15 22 de partículas dispuestos aguas abajo de la válvula 22a de retención restante. De este modo, se pulsa el gas de escape.

En el caso, la cantidad de gas de escape que fluye hacia los determinados filtros 22 de partículas es mayor que la cantidad normal. Por tanto, si la velocidad de flujo del gas de escape es demasiado grande, puede no absorberse NO_x en el agente 61 de liberación de oxígeno activo, o las partículas pueden no quedar atrapadas sobre las superficies de pared del agente 61 de liberación de oxígeno activo. Para evitar esto, es deseable repetir la apertura y el cierre de las determinadas válvulas 22a de retención cuando se desacelera el funcionamiento del motor, y no está incluido en el gas de escape ningún componente tal como las partículas y el NO_x . Es decir, el gas de escape debe pulsarse únicamente cuando se desacelera el motor, las determinadas válvulas 22a de retención se abren y cierran repetidamente.

25 La figura 16 muestra un ejemplo de la rutina para realizar el procedimiento para fluidizar las partículas que se depositan en la disposición explicada anteriormente, mostrada en la figura 15.

Haciendo referencia a la figura 16, inicialmente, en la etapa 300, se evalúa si una pérdida P de presión debida a cada filtro 22 de partículas es mayor que un nivel PTH predeterminado ($P > PTH$). Cuando se evalúa que $P > PTH$ en la etapa 300, la rutina pasa a la etapa 301 en la que se evalúa si se desacelera el funcionamiento del motor. Cuando se evalúa que se desacelera el funcionamiento del motor en la etapa 301, se determina que se permite que se realice el procedimiento de pulsación de gas de escape y, entonces, en la etapa 302, se realiza el procedimiento de pulsación de gas de escape para pulsar el gas de escape. Por otra parte, cuando se evalúa que $P \leq PTH$ en la etapa 300, se determina que no es necesario eliminar las partículas que se depositan mediante oxidación, y entonces, se termina la rutina. Además, cuando se evalúa que el funcionamiento del motor no se desacelera en la etapa 301, se determina que no debe realizarse el procedimiento de pulsación de gas de escape, y entonces, se termina la rutina.

40 Según el segundo método que es contenido de la reivindicación independiente, que comprende una etapa de invertir el sentido de flujo del gas de escape, el gas de escape que tiene diversos sentidos de flujo choca contra las partículas que se depositan en los agujeros finos de las divisiones 54. Mediante este choque del gas de escape, se fuerza a las partículas a desorberse de las superficies de pared que definen los agujeros finos de las divisiones 54, y entonces, se mueven en los agujeros finos. Existen diversos métodos como método concreto para invertir el sentido de flujo del gas de escape, pero a continuación se explicarán dos de ellos como ejemplos.

45 Según un primer método, se invierte el sentido de flujo del gas de escape sin cambiar el lado de flujo de entrada de gas de escape del filtro 22 de partículas. Para poner en práctica el primer método, el filtro 22 de partículas se construye tal como se muestra en las figuras 17A y 17B. Haciendo referencia a las figuras 17A y 17B, los extremos de los conductos de circulación de escape están cerrados mediante placas 70 mostradas en la figura 17A a pesar de las bujías 52, 53. Está formada una pluralidad de aberturas 71 en las placas 70, y las placas 70 están dispuestas de tal manera que los extremos opuestos del filtro 22 de partículas están cerrados tal como se muestra en la figura 17B. Las placas 70 no están fijadas a los extremos opuestos del filtro 22 de partículas, y sólo están en contacto con los extremos opuestos del filtro 22 de partículas.

55 Es decir, el filtro 22 de partículas puede moverse con respecto a las placas 70, independientemente de las placas 70. Los conductos de circulación de escape, que están alineados con las aberturas 71 de una de las placas 70, corresponden a los conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape, y los conductos de circulación de escape, que están alineados con las aberturas 71 de la otra placa 70, corresponden a los conductos 51 de flujo de salida de gas de escape. Cada placa 70 está dispuesta sobre cada lado del filtro 22 de partículas de tal manera que los conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape y los conductos 51 de flujo de salida de gas de escape están situados alternativamente, en otras palabras, el conducto 50 de flujo de entrada de gas de escape está rodeado por cuatro conductos 51 de flujo de salida de gas de escape, y el conducto 51 de flujo de salida de gas de escape está rodeado por cuatro conductos 50 de flujo de entrada de gas de escape.

65 Además, un engranaje 72 está dispuesto sobre la superficie de pared periférica del filtro 22 de partículas, y está engranado con un engranaje 73. El engranaje 73 está conectado a un motor 74, y puede hacerse girar mediante el motor 74.

ES 2 292 571 T3

En la disposición explicada anteriormente, cuando se evalúa que es necesario fluidizar las partículas en los agujeros finos de las divisiones 54, se activa el motor 74 para hacer girar rápidamente el filtro 22 de partículas con respecto a las placas 70, por ejemplo, 90 grados. Al hacer girar el filtro 22 de partículas, mientras se hace girar el filtro de partículas, el gas de escape fluye al interior de los conductos de circulación de escape que normalmente corresponden a los conductos de flujo de salida de gas de escape. Por tanto, el gas de escape fluye a través de las divisiones 54 en un sentido opuesto al sentido normal durante un periodo de tiempo extremadamente corto. De este modo, las partículas se fluidizan en las divisiones 54.

Según un segundo método, se invierte el sentido de flujo del gas de escape invirtiendo el lado de flujo de entrada de gas de escape del filtro 22 de partículas. Para poner en práctica el segundo método, por ejemplo, el filtro 22 de partículas está dispuesto tal como se muestra en las figuras 18 a 20. Haciendo referencia a las figuras 18 y 19, el conducto 20a de escape está conectado a un tubo 80 de cambio de flujo del gas de escape. El tubo 80 tiene tres aberturas, que están conectadas a un primer tubo 81a de escape, un segundo tubo 81b de escape y un tubo 82 de escape, respectivamente. El primer tubo 81a de escape está conectado a un extremo del filtro 22 de partículas, y el segundo tubo 81b de escape está conectado al otro extremo del filtro 22 de partículas. Por conveniencia para la explicación, el extremo del filtro 22 de partículas al que está conectado el primer tubo 81a de escape se denominará como primer extremo, y el extremo del filtro 22 de partículas al que está conectado el segundo tubo 81b de escape se denominará como segundo extremo.

Una válvula 80a de cambio está dispuesta en el tubo 80. Mediante el ajuste de la posición de giro de la válvula 80a, el tubo 80 introduce el gas de escape desde cualquiera de los dos extremos diferentes, es decir, los extremos primero y segundo del filtro 22 de partículas.

Es decir, cuando la válvula 80a está situada en una primera posición de giro tal como se muestra en la figura 18, el gas de escape fluye desde el tubo 80 a través del primer tubo 81a de escape al interior del filtro 22 de partículas en el primer extremo del filtro 22 de partículas, tal como se muestra mediante una flecha de la figura 18. Entonces, el gas de escape fluye fuera del segundo extremo del filtro 22 de partículas, y fluye al interior del tubo 80 a través del segundo tubo 81b de escape. Finalmente, el gas de escape sale desde el tubo 80 hacia el tubo 82 de escape.

Por otra parte, cuando la válvula 80a está situada en una segunda posición de giro tal como se muestra en la figura 20, el gas de escape fluye desde el tubo 80 a través del segundo tubo 81b de escape al interior del filtro 22 de partículas en el segundo extremo del filtro 22 de partículas, tal como se muestra mediante una flecha de la figura 20. Entonces, el gas de escape fluye fuera del primer extremo del filtro 22 de partículas, y fluye al interior del tubo 80 a través del primer tubo 81a de escape. Finalmente, el gas de escape sale desde el tubo 80 hacia el tubo 82 de escape.

De esta manera, puede invertirse el lado hacia el que fluye el gas de escape al interior del filtro 22 de partículas mediante el cambio de la posición de giro de la válvula 80a de cambio. Si se cambia la posición de giro de la válvula 80a, por ejemplo, a intervalos de tiempo predeterminados, se cambia periódicamente el sentido en el que fluye el gas de escape a través de la división 45 del filtro 22 de partículas. Por tanto, las partículas que se depositan sobre las superficies de pared que definen los agujeros finos de las divisiones 54 se fluidizan en los agujeros finos. De este modo, se fomenta la eliminación de las partículas en las divisiones 54 mediante oxidación.

Según el tercer método que usa una vibración física que no forma parte de la presente invención, se hace vibrar físicamente el filtro 22 de partículas, y de este modo las partículas que se depositan se desorben de las superficies de pared que definen los agujeros finos de las divisiones 54. Esto hace que las partículas se muevan en los agujeros finos de las divisiones 54. Pueden enumerarse diversos métodos para hacer vibrar físicamente el filtro 22 de partículas, pero, como ejemplo, se explicará el método siguiente.

Tal como se muestra en la figura 21, un dispositivo 23a de vibración está dispuesto sobre la superficie de pared periférica del convertidor 23 catalítico y entonces, se hace vibrar el convertidor 23 mediante el dispositivo 23a y de este modo, se hace vibrar el filtro 22 de partículas. Puede emplearse un dispositivo que usa un vibrador ultrasónico o un vibrador impulsado por motor para realizar la vibración como el dispositivo 23a de vibración. Se observa que el dispositivo 23a está conectado al puerto 36 de salida a través de un correspondiente circuito 38 de accionamiento.

Alternativamente, además del método explicado anteriormente para fluidizar las partículas, puede emplearse para inyectar y quemar el combustible para accionar el motor en las varias cámaras 5 de combustión, creando de este modo a propósito un desequilibrio en la combustión del motor, haciendo vibrar de este modo el propio motor, y haciendo vibrar de este modo el convertidor 23.

Además, tal como se muestra en la figura 22, en el caso en el que se usa el dispositivo 23a de vibración, puede emplearse para soportar el convertidor 23 en los dos extremos del mismo mediante tubos 20b flexibles. Según esto, se potencia la vibración del convertidor 23, y de este modo, se potencia la vibración del filtro 22 de partículas.

Puede emplearse cualquier momento como el momento para realizar un procedimiento (a continuación en el presente documento, denominado como procedimiento de fluidización de partículas) para fluidizar las partículas en los agujeros finos de las divisiones tal como se explicó anteriormente, distinto del momento explicado anteriormente en el que la cantidad de partículas que se depositan en los agujeros finos de las divisiones se vuelve mayor que la cantidad predeterminada. Por ejemplo, el procedimiento de fluidización de partículas puede realizarse cuando se detecta que las partículas se depositan sobre las divisiones. Alternativamente, el procedimiento de fluidización de partículas puede

ES 2 292 571 T3

realizarse cuando se espera que las partículas van a depositarse en los agujeros finos de las divisiones. Además, se espera que las partículas van a depositarse en los agujeros finos de las divisiones, por ejemplo, cuando la temperatura del gas de escape es relativamente baja, o cuando la cantidad de partículas descargadas es grande, o cuando se acelera el funcionamiento del motor, o cuando se inicia el funcionamiento del motor. En estos casos, se realiza el procedimiento de fluidización de partículas, independientemente de la cantidad de partículas que se depositan en los agujeros finos de las divisiones. En este caso, incluso si no se depositan partículas en los agujeros finos de las divisiones, no se inhibe la acción normal de eliminación de las partículas mediante oxidación por el filtro 22 de partículas, sino que se potencia puesto que se vuelve probable que las partículas que fluyen hacia los agujeros finos de las divisiones se distribuyan sobre las superficies de pared enteras que definen los agujeros finos.

Alternativamente, puede emplearse un momento periódico en el que se satisface un estado determinado como momento para realizar el procedimiento de fluidización de partículas. Es decir, el procedimiento de fluidización de partículas puede realizarse a intervalos de tiempo predeterminados. Por ejemplo, un momento en el que ha transcurrido un periodo de tiempo predeterminado, o en el que el kilometraje alcanza un kilometraje predeterminado, o en el que se detiene el funcionamiento del motor. Naturalmente, el procedimiento de fluidización de partículas puede realizarse de manera estacionaria.

Cuando los agujeros finos de las divisiones del filtro 22 de partículas en el lado aguas arriba en el que entra el gas de escape están bloqueados por las partículas, las partículas ya no fluyen al interior de la zona aguas abajo de los agujeros finos. En este caso, puesto que las superficies de pared aguas abajo que definen los agujeros finos no se usan para eliminar las partículas mediante oxidación, la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación mediante el filtro 22 de partículas se vuelve totalmente baja. Para evitar esto, tal como se muestra en la figura 14, los tamaños de los agujeros 54a finos de las divisiones 54 del filtro 22 de partículas en el lado aguas arriba en el que entra el gas de escape son mayores que los del lado aguas abajo del que sale el gas de escape. Según esto, se evita que las superficies de pared aguas abajo de los agujeros finos no se usen para eliminar las partículas mediante oxidación debido al bloqueo de la zona aguas arriba de los agujeros 54a finos de las divisiones 54. Es decir, según esto, la superficie de pared completa de las divisiones 54 se usa eficazmente para eliminar las partículas mediante oxidación.

Además, con la realización del método de pulsación de gas de escape explicado anteriormente, cuando la cantidad de partículas que se depositan en los agujeros finos de las divisiones 54 es muy grande, y así, los agujeros finos están completamente bloqueados, se hace que el gas de escape fluya al interior del filtro 22 de partículas a una presión superior a la presión máxima del gas de escape pulsado. De este modo, se fuerza a las partículas que bloquean los agujeros finos de las divisiones 54 a moverse en las divisiones 54, y así, las partículas pueden eliminarse mediante oxidación.

Naturalmente, cuando se invierte el sentido en el que fluye el gas de escape mediante el método de inversión de gas de escape explicado anteriormente, se fuerza a las partículas que bloquean los agujeros finos de las divisiones 54 a moverse en las divisiones 54 incluso si la cantidad de partículas que se depositan en los agujeros finos de las divisiones 54 es muy grande.

El combustible o el aceite lubricante contienen calcio Ca, y por tanto, el gas de escape contiene calcio Ca. Este calcio Ca produce sulfato de calcio CaSO_4 en presencia de SO_3 . Este sulfato de calcio CaSO_4 es un sólido y no se descompondrá mediante el calor incluso a una temperatura elevada. Por tanto, si se produce sulfato de calcio CaSO_4 , se obstruyen los agujeros finos del filtro 22 de partículas por este sulfato de calcio CaSO_4 , como resultado, el gas de escape no fluye fácilmente a través del filtro 22 de partículas.

Sin embargo, en este caso, si se usa un metal alcalino o un metal alcalinotérreo que tiene una mayor tendencia a la ionización que el calcio Ca, por ejemplo potasio K, como agente 61 de liberación de oxígeno activo, el SO_3 difundido en el agente 61 de liberación de oxígeno activo se une con el potasio K para formar sulfato de potasio K_2SO_4 , y entonces el calcio Ca pasa a través de las divisiones 54 del filtro 22 de partículas y fluye hacia fuera, hacia el conducto 51 de flujo de salida de gas de escape sin unirse con el SO_3 . Por tanto, ya no hay obstrucción de los agujeros finos del filtro 22 de partículas. En consecuencia, tal como se describió anteriormente, es preferible usar un metal alcalino o un metal alcalinotérreo que tiene una mayor tendencia a la ionización que el calcio Ca, es decir, potasio K, litio Li, cesio Cs, rubidio Rb, bario Ba, y estroncio Sr, como el agente 61 de liberación de oxígeno activo.

Además, la presente invención puede aplicarse al caso en el que sólo el metal precioso tal como platino Pt está soportado sobre la capa del soporte que está formada sobre ambos lados del filtro 22 de partículas. En este caso, la línea continua que muestra la cantidad G de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación se desplaza ligeramente a la derecha con respecto a la línea continua mostrada en la figura 5. En este caso, el oxígeno activo se libera a partir de NO_2 o SO_3 soportados sobre la cara del platino Pt.

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de purificación de gas de escape en el que un filtro (22) de partículas para eliminar las partículas
incluidas en un gas de escape descargado desde una cámara (5) de combustión está dispuesto en un conducto (20) de
gas de escape, el filtro (22) de partículas tiene divisiones (54) de pared, el gas de escape fluye a través de agujeros
finos que existen en las divisiones (54), un material oxidante para oxidar las partículas (62) está soportado sobre
las superficies de pared que definen los agujeros finos, las partículas (62) incluidas en el gas de escape se eliminan
mediante oxidación en los agujeros finos que existen en las divisiones (54), el dispositivo comprende medios para
10 desorber y fluidizar las partículas retenidas en los agujeros finos que existen en las divisiones (54), el medio de
fluidización de partículas fluidiza las partículas (62) invirtiendo un sentido de flujo del gas de escape que fluye en los
agujeros finos que existen en las divisiones (54), **caracterizado** porque el material (61) oxidante tiene la función de
liberar oxígeno activo desde el mismo.
- 15 2. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que el material (61) oxidante tiene
la función de absorber y retener oxígeno en el mismo cuando está presente oxígeno en exceso en los alrededores,
y liberar oxígeno activo desde el mismo cuando las partículas (62) se adsorben en las superficies de pared de las
divisiones (54).
- 20 3. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que el material (61) oxidante tiene
la función de absorber y retener oxígeno en el mismo si está presente oxígeno en exceso en los alrededores, y liberar
el oxígeno retenido en la forma de oxígeno activo desde el mismo si disminuye la concentración del oxígeno en los
alrededores.
- 25 4. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 3, en el que el material (61) oxidante se
compone de al menos uno de un metal alcalino, un metal alcalinotérreo, una tierra rara, un metal de transición y un
elemento de la familia del carbono.
- 30 5. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 4, en el que el metal alcalino y el metal
alcalinotérreo se componen de metales con mayor tendencia a la ionización que el calcio.
- 35 6. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 3, en el que las partículas (62) se oxidan
enriqueciendo temporalmente la relación aire-combustible de una parte o de todo el gas de escape.
- 40 7. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que el material (61) oxidante se
compone de catalizador de metal precioso.
- 45 8. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que el medio de fluidización de
partículas invierte el sentido de flujo del gas de escape que fluye en el interior de las divisiones (54) sin cambiar el
lado de flujo de entrada de gas de escape del filtro (22) de partículas y el lado de flujo de salida de gas de escape del
filtro (22) de partículas.
- 50 9. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que el medio de fluidización de
partículas invierte el sentido de flujo del gas de escape que fluye en el interior de las divisiones (54) cambiando un
lado de flujo de entrada de gas de escape del filtro (22) de partículas y un lado de flujo de salida de gas de escape del
filtro (22) de partículas.
- 55 10. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que el medio de fluidización de
partículas fluidiza las partículas (62) cuando se espera que las partículas (62) van a depositarse sobre el filtro (22) de
partículas.
- 60 11. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que el medio de fluidización
de partículas desorbe y fluidiza las partículas (62) que se depositan en las divisiones (54) cuando se detecta que las
partículas (62) se depositan sobre el filtro (22) de partículas.
- 65 12. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que el medio de fluidización de
partículas fluidiza las partículas (62) a intervalos de tiempo predeterminados.
13. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que las divisiones (54) están
formadas por material poroso.
14. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 13, en el que los tamaños medios de los
agujeros finos de las divisiones (54) en el lado de flujo de entrada de gas de escape son mayores que los de aquellos
en el lado de flujo de salida de gas de escape.
15. Dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que una pluralidad de las divisiones
(54) están dispuestas en paralelo entre sí para formar una pluralidad de conductos de circulación de escape que se
extienden en paralelo entre sí en el filtro (22) de partículas, uno de los conductos de circulación de escape adyacentes

ES 2 292 571 T3

está cerrado en un extremo aguas arriba del mismo por una bujía (53) y el otro de los conductos de circulación de escape adyacentes está cerrado en un extremo aguas abajo del mismo por una bujía (52).

5 16. Método para controlar el dispositivo de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que el
filtro (22) de partículas se usa para eliminar las partículas (62) incluidas en el gas de escape que fluye hacia el filtro
(22) de partículas mediante oxidación sin emitir una llama luminosa cuando la cantidad de partículas (62) descargada
desde la cámara (5) de combustión por unidad de tiempo es menor que una cantidad de partículas (62) que pueden
eliminarse mediante oxidación por unidad de tiempo sobre el filtro (22) de partículas sin emitir una llama luminosa, y
10 para eliminar las partículas (62) incluidas en el gas de escape que fluye hacia el filtro (22) de partículas mediante oxida-
ción sin emitir una llama luminosa cuando la cantidad de partículas descargadas se vuelve menor que la cantidad de
partículas que pueden eliminarse mediante oxidación, si la cantidad de partículas que se depositan sobre el filtro (22)
de partículas es menor que un nivel determinado incluso cuando la cantidad de partículas descargadas se vuelve tem-
poralmente mayor que la cantidad de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación, la cantidad de partículas
15 que pueden eliminarse mediante oxidación depende de la temperatura del filtro (22) de partículas, se proporciona un
medio para mantener la cantidad de partículas descargadas y la temperatura del filtro (22) de partículas de tal manera
que la cantidad de partículas descargadas es normalmente menor que la cantidad de partículas que pueden eliminarse
mediante oxidación y de tal manera que la cantidad de partículas que se depositan sobre el filtro (22) de partículas
es menor que el nivel determinado de modo que se eliminen las partículas (62) mediante oxidación si la cantidad
20 de partículas descargadas se vuelve menor que la cantidad de partículas que pueden eliminarse mediante oxidación
incluso cuando la cantidad de partículas descargadas temporalmente se vuelve mayor que la cantidad de partículas
que pueden eliminarse mediante oxidación, eliminando así las partículas (62) incluidas en el gas de escape mediante
oxidación sobre el filtro (22) de partículas sin emitir una llama luminosa.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1

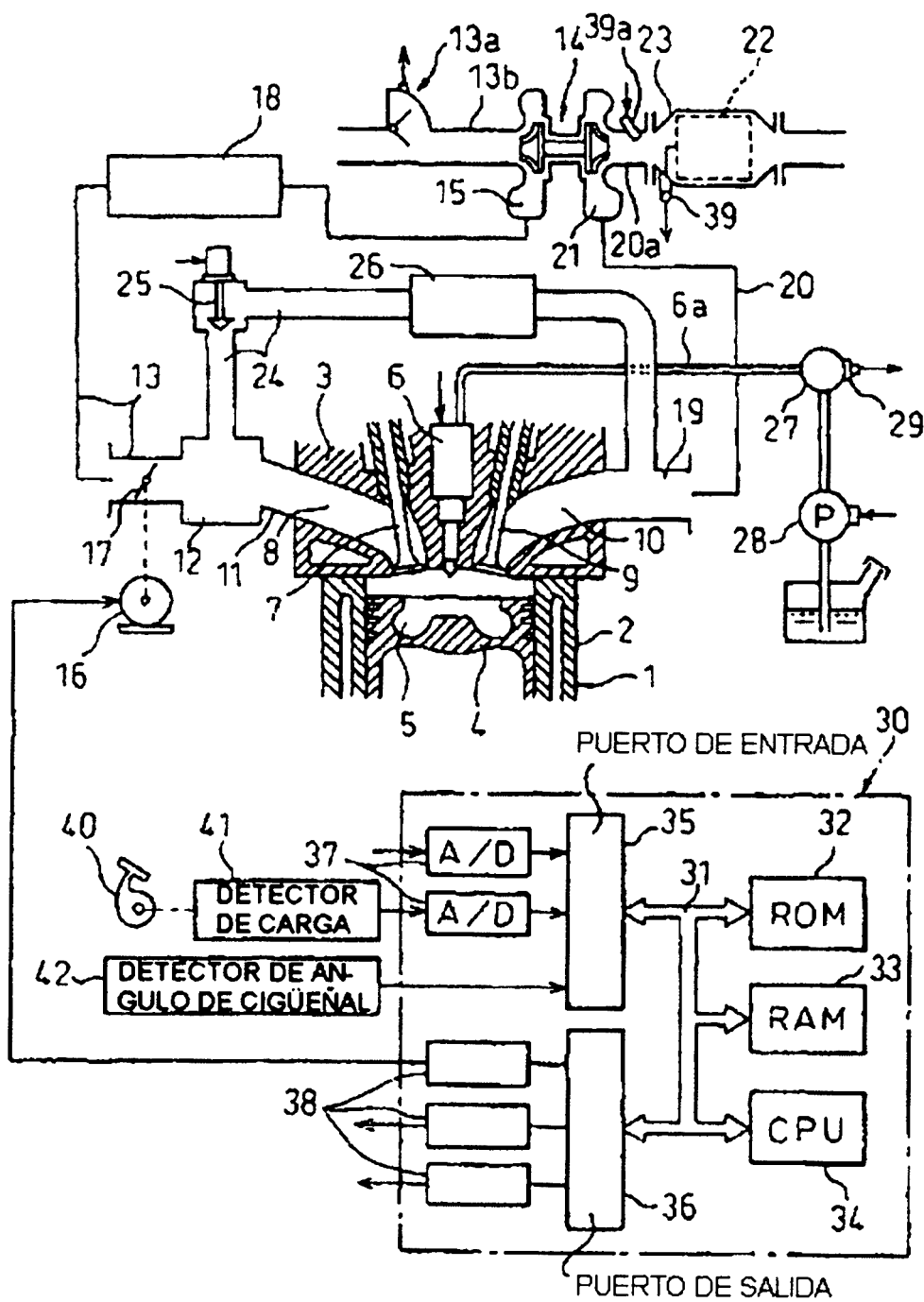


Fig.2A

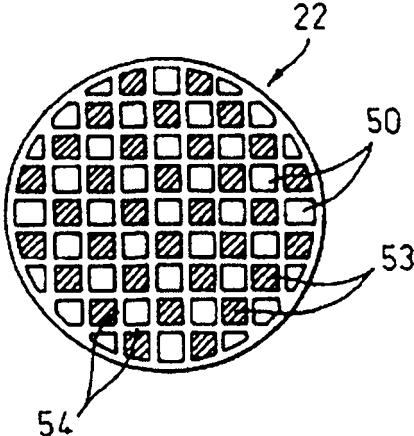


Fig. 2B

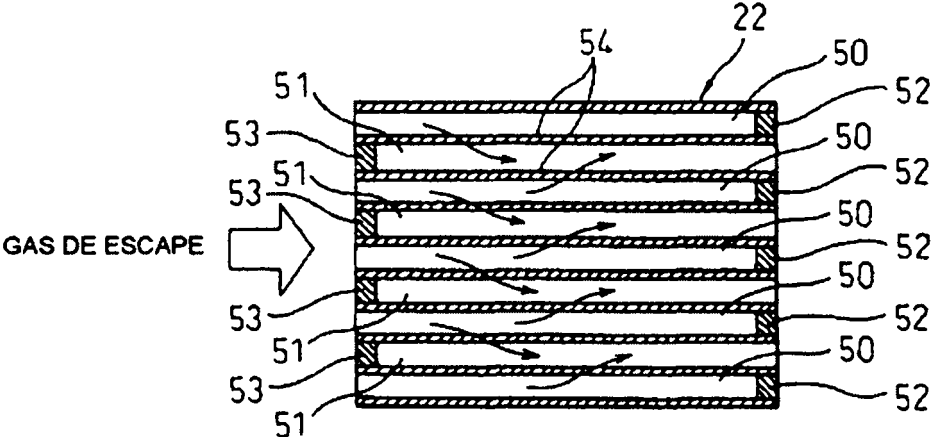


Fig.3A

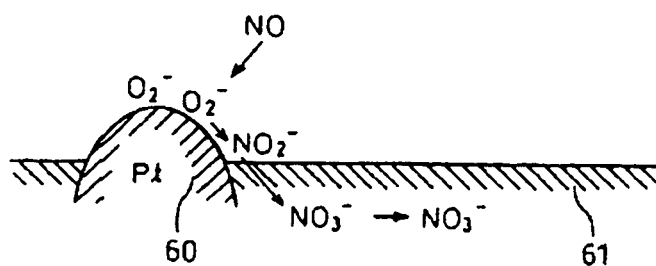


Fig.3B

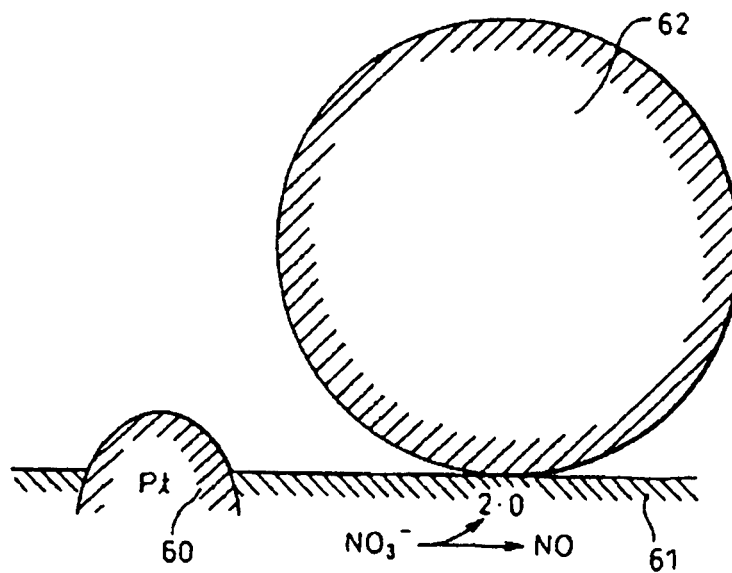


Fig. 4A

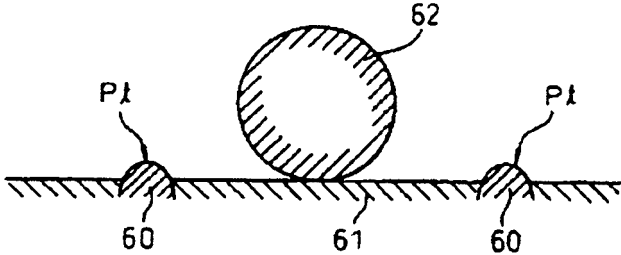


Fig. 4B

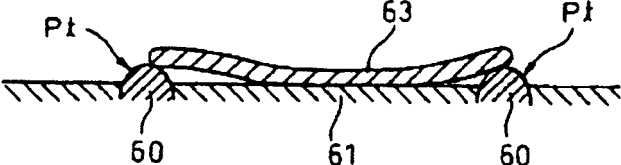


Fig. 4C

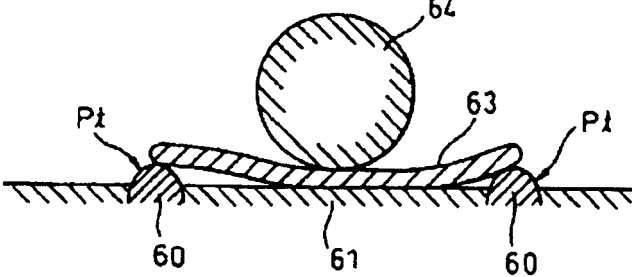


Fig.5

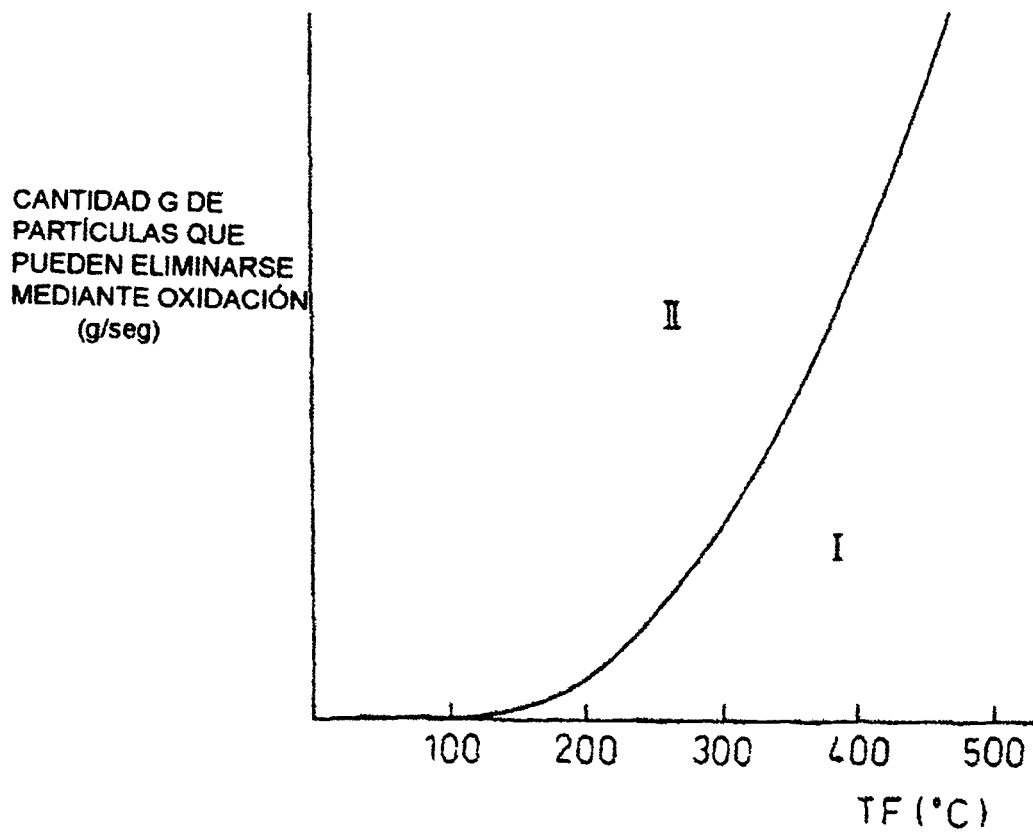


Fig.6

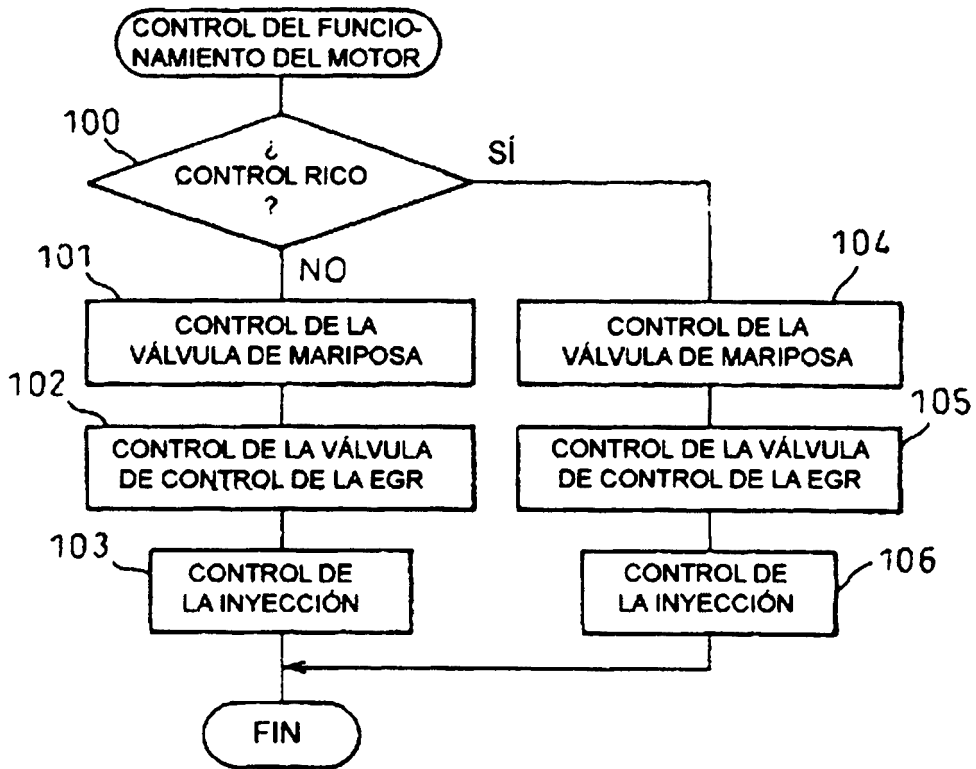


Fig.7

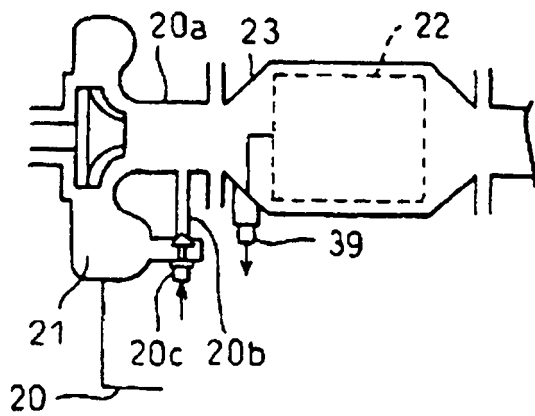


Fig. 8A

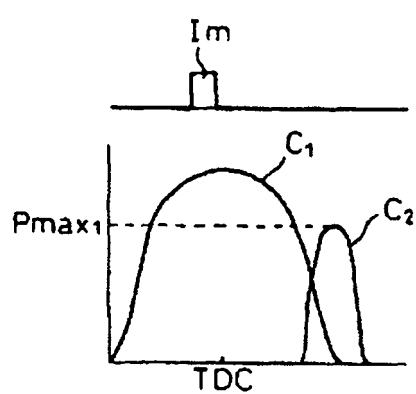


Fig. 8B

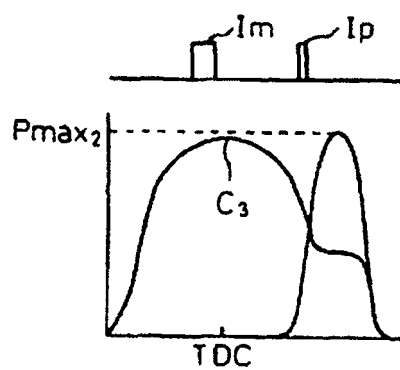


Fig.9A

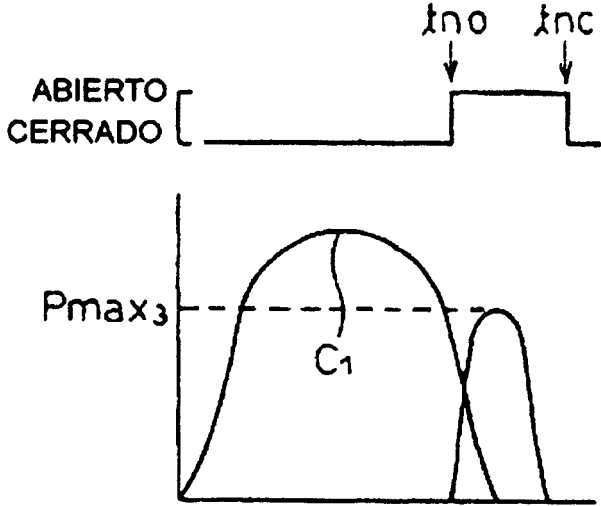


Fig.9B

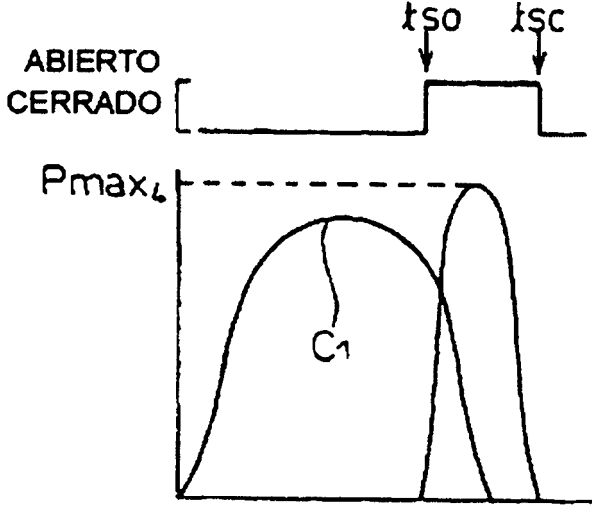


Fig.10

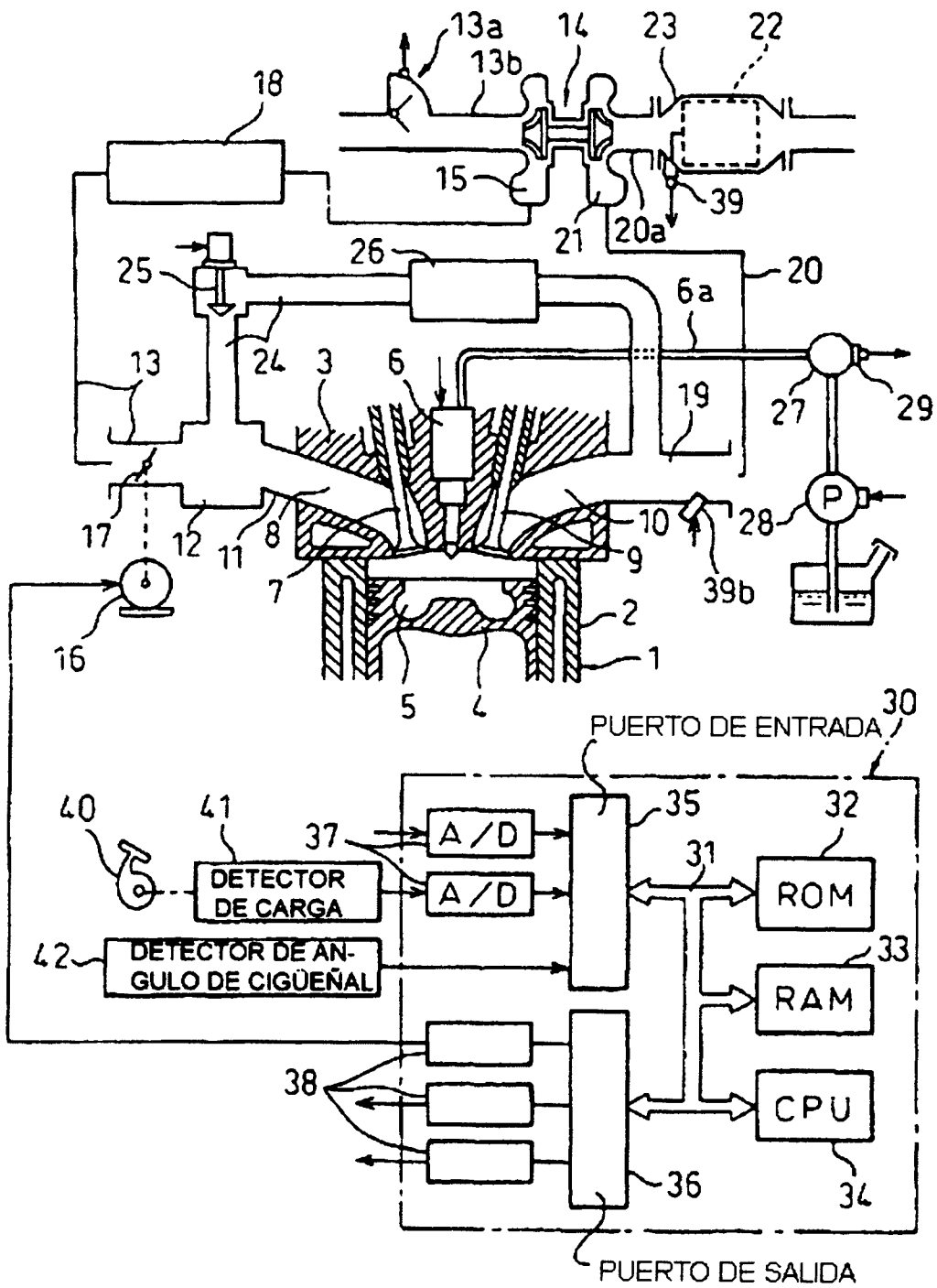


Fig.11

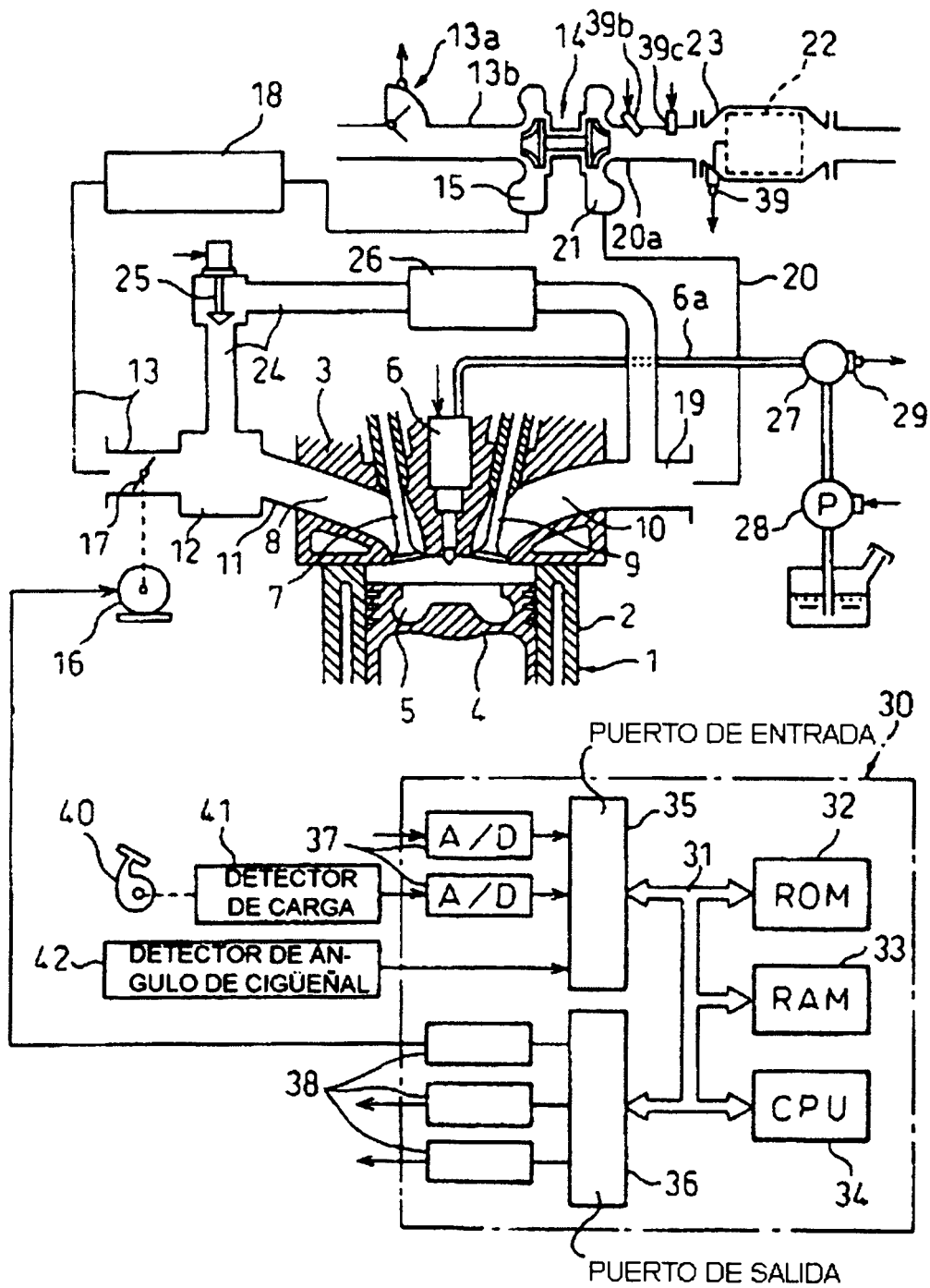


Fig.12

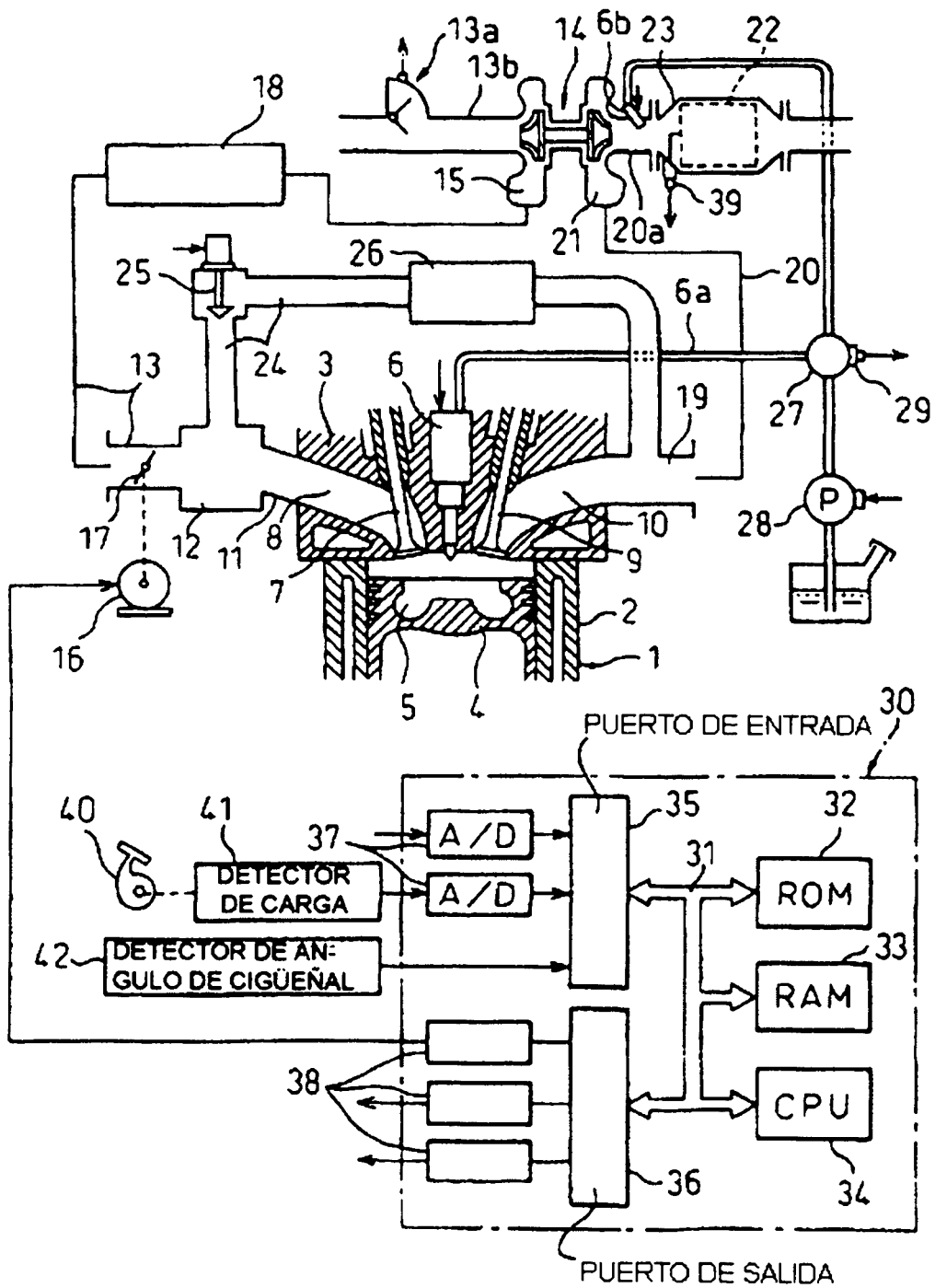


Fig.13

PROCEDIMIENTO PARA ELIMINAR PARTÍCULAS QUE SE DEPOSITAN MEDIANTE OXIDACIÓN

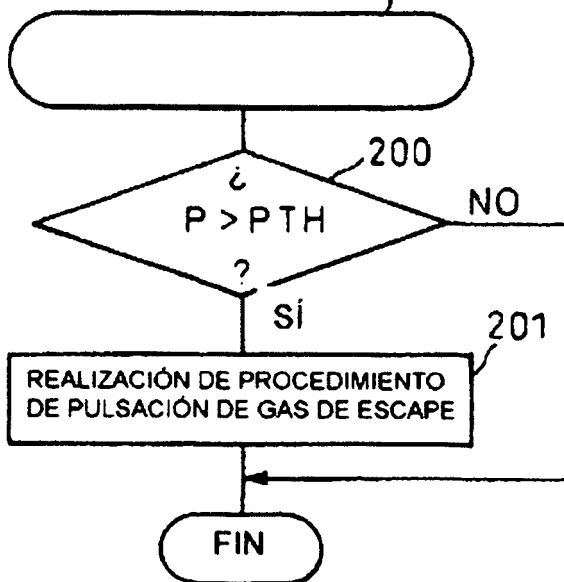


Fig.14

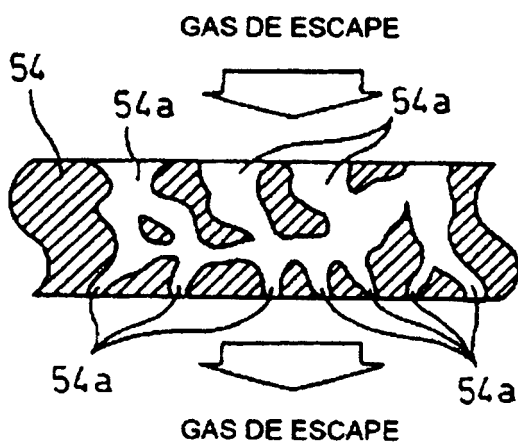
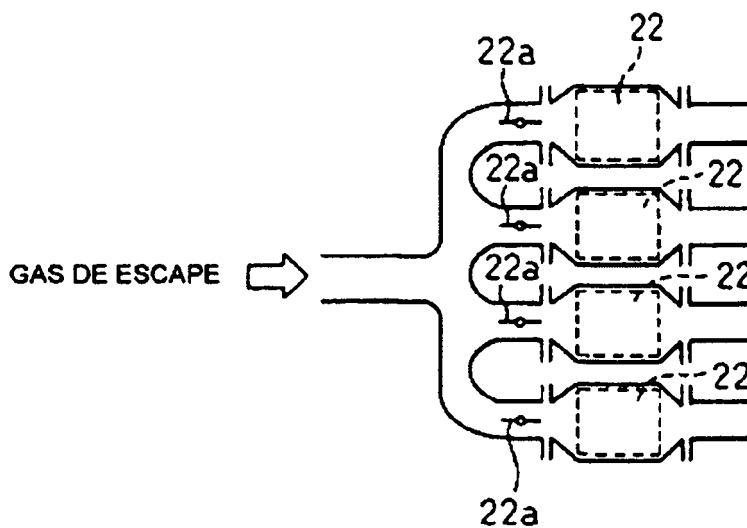


Fig.15



PROCEDIMIENTO PARA ELIMINAR PARTICULAS QUE SE DEPOSITAN MEDIANTE OXIDACION

Fig.16

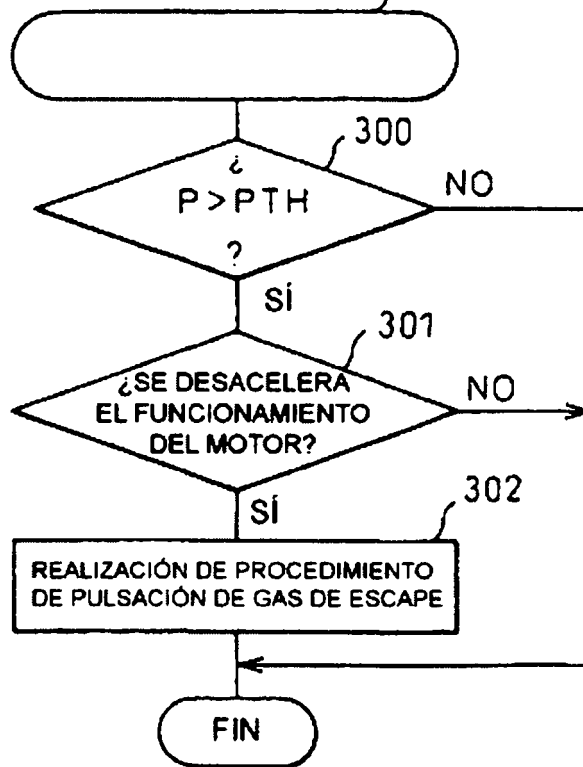


Fig.17A

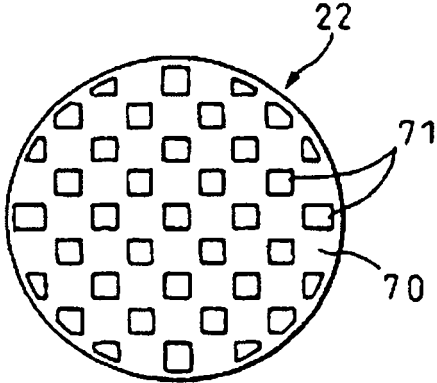


Fig.17B

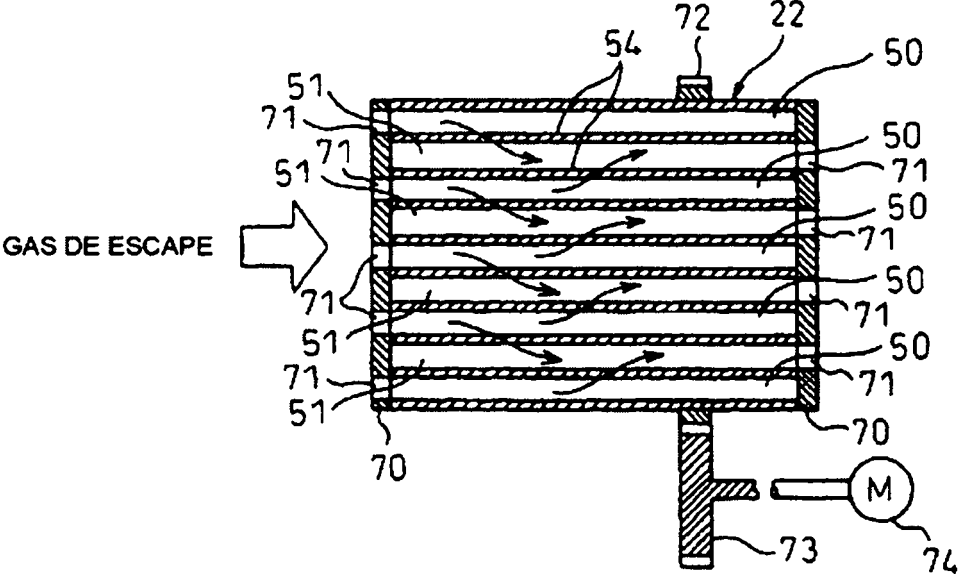


Fig.18

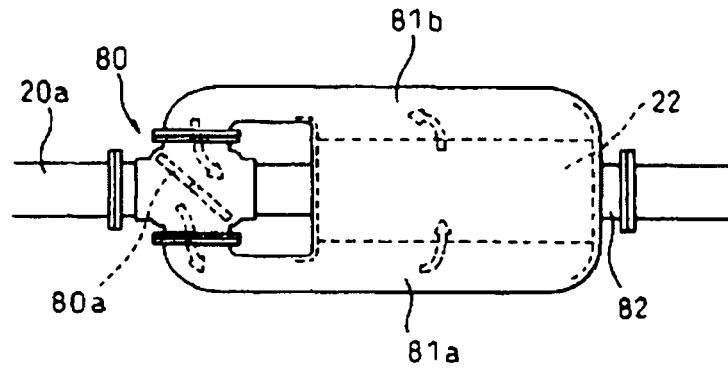


Fig.19

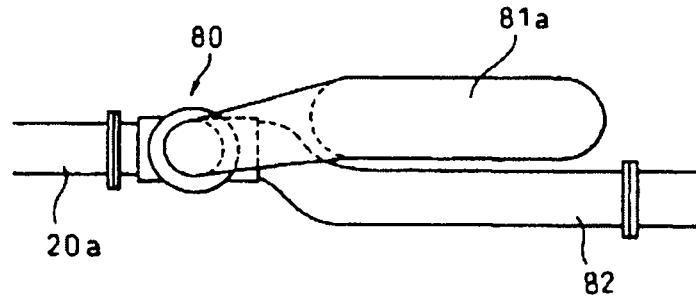


Fig.20

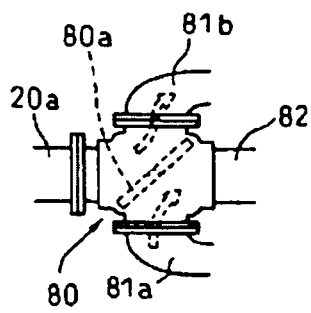


Fig.21

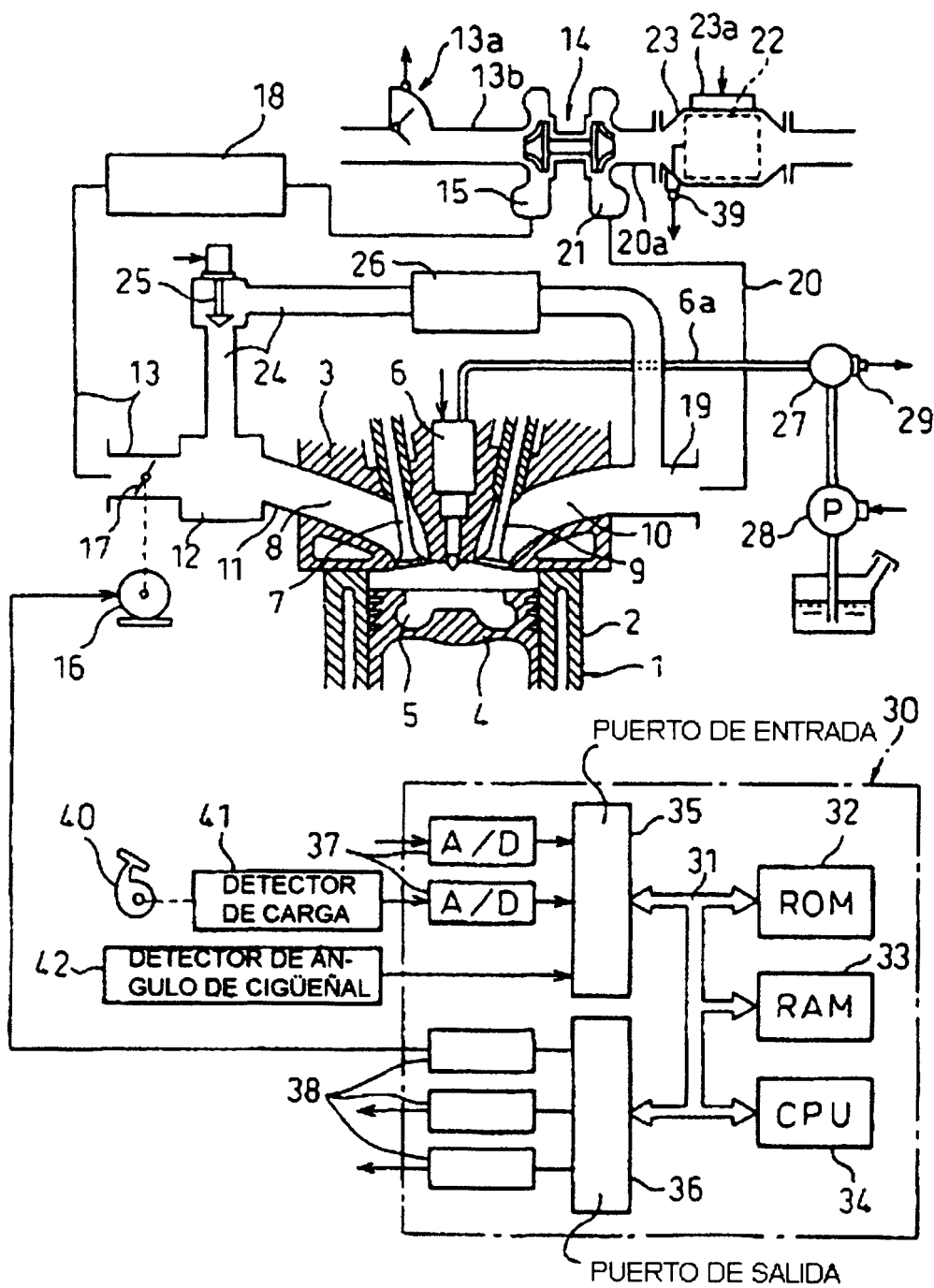


Fig.22

