



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 297 326**

51 Int. Cl.:  
**F02D 41/02** (2006.01)  
**F02D 35/00** (2006.01)  
**F02D 41/00** (2006.01)  
**F01N 3/023** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04028130 .5**  
86 Fecha de presentación : **26.11.2004**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1536120**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **01.06.2005**

54 Título: **Aparato de control del gas de escape para motor de combustión interna y método de control del mismo.**

30 Prioridad: **26.11.2003 JP 2003-396166**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.05.2008**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.05.2008**

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

72 Inventor/es: **Tomita, Tetsuji;  
Sugiyama, Tatsumasa y  
Tahara, Jun**

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 297 326 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**

Aparato de control del gas de escape para motor de combustión interna y método de control del mismo.

**5 Antecedentes de la invención****1. Campo de la invención**

La invención se refiere a un aparato de control del gas de escape que purifica gas de escape descargado de un motor de combustión interna usando un catalizador de control del gas de escape, y a un método de control del mismo.

**2. Descripción de la técnica relacionada**

Se conoce un aparato de control del gas de escape para un motor diésel, en el que la materia particulada (MP) contenida en el gas de escape se captura utilizando un catalizador de control del gas de escape dispuesto en un conducto de escape y se lleva a cabo un control de recuperación del catalizador para recuperar el catalizador de control del gas de escape mediante la eliminación de la materia particulada acumulada. Cuando se lleva a cabo el control de recuperación del catalizador, se estima la cantidad de materia particulada acumulada en el catalizador de control del gas de escape basándose en un estado de funcionamiento del motor de combustión interna. Cuando una condición predeterminada para la recuperación que incluye una condición de que la cantidad estimada de la materia particulada acumulada sea igual a o mayor que un valor predeterminado, se suministra combustible a una parte aguas arriba del catalizador de control del gas de escape en el conducto de escape, desde una válvula de suministro de combustible de gas de escape que está dispuesta separadamente de una válvula de inyección de combustible para accionar el motor. El combustible suministrado se quema en el catalizador de control del gas de escape, y se genera calor. El calor aumenta la temperatura del catalizador de control del gas de escape (denominada a continuación en el presente documento “temperatura del catalizador”) hasta una temperatura en la que puede eliminarse la materia particulada (aproximadamente 600°C). En consecuencia, la materia particulada puede quemarse hasta eliminarse y así se recupera el catalizador de control del gas de escape.

En el aparato de control del gas de escape, el catalizador de control del gas de escape no lleva a cabo ninguna función de control del gas de escape cuando la temperatura del catalizador supera un valor determinado (es decir, una temperatura de límite superior). Por tanto, es necesario evitar que la temperatura del catalizador supere la temperatura de límite superior. En consecuencia, por ejemplo, cuando el motor se desacelera durante el control de recuperación del catalizador, una válvula de mariposa de entrada en un conducto de entrada está completamente abierta o completamente abierta de manera sustancial. En esta tecnología, la cantidad de aire contenido en el gas de escape se aumenta de manera que aumenta la cantidad de calor que se elimina por el aire en el gas de escape mientras el aire en el gas de escape pasa a través del catalizador de control del gas de escape, por lo que se suprime un aumento en la temperatura del catalizador.

Como técnica relacionada, por ejemplo, la publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público número 2002-371889 (JP-A-2002-371889) da a conocer una tecnología en la que una razón aire-combustible del gas de escape se enriquece durante un periodo de tiempo predeterminado cuando un motor se desacelera y un catalizador de NOx se activa para recuperar el catalizador de NOx, y después se lleva a cabo el corte de combustible.

Sin embargo, en el caso en el que el motor se desacelera mientras la cantidad de materia particulada acumulada es grande durante el control de recuperación del catalizador, cuando la válvula de mariposa de entrada está completamente abierta o completamente abierta de manera sustancial tal como se describió anteriormente, la temperatura del catalizador puede aumentarse bruscamente hasta superar la temperatura de límite superior.

Este fenómeno se describirá a continuación. En la situación mencionada anteriormente, la cantidad de gas de escape se disminuye debido a la desaceleración y la cantidad de calor eliminado por el aire en el gas de escape se disminuye. Mientras, dado que la cantidad de materia particulada acumulada es grande, la cantidad de calor generado debido a la oxidación de la materia particulada, aumenta. Además, la cantidad de suministro de oxígeno se aumenta debido a la apertura de la válvula de mariposa de entrada y de esta manera se potencia la generación de calor. Como resultado, la cantidad de calor generado debido a la oxidación de la materia particulada se hace mayor que la cantidad de calor eliminado por el aire en el gas de escape. En consecuencia, la temperatura del catalizador puede aumentarse hasta superar la temperatura de límite superior.

En la tecnología dada a conocer en la publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público número 2002-371889 mencionada anteriormente, puede evitarse que se aumente la cantidad de materia particulada acumulada en el catalizador de control del gas de escape mediante el corte de combustible. Sin embargo, en el caso en el que se reanuda la inyección de combustible tras el corte de combustible, por ejemplo, cuando el vehículo comienza a circular a una velocidad constante tras la desaceleración, la materia particulada puede comenzar a acumularse de nuevo y así puede aumentarse la cantidad de materia particulada acumulada. En consecuencia, incluso en la tecnología dada a conocer en la publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público número 2002-371889 mencionada anteriormente, puede producirse el problema mencionado anteriormente cuando se desacelera el motor mientras la cantidad de materia particulada acumulada es grande durante el control de recuperación del catalizador.

El documento WO 2004/0767837 A1 da a conocer un método para controlar la recuperación de un filtro de purificación de material particulado de escape y un programa para controlar la recuperación. En él, una ECU (unidad de control electrónico) abre una válvula de control de EGR (recirculación del gas de escape), de manera que se aumenta una cantidad de EGR, o la ECU limita la cantidad de aire succionado por una válvula de mariposa de succión y  
5 aumenta la cantidad de inyección de combustible, de manera que se evita el aumento en la concentración de oxígeno, o la ECU aumenta la cantidad de aire succionado por un turbocompresor, de manera que se aumenta la velocidad de flujo del gas de escape hasta un DPF (filtro de partículas diésel). Mediante uno cualquiera o una combinación de los anteriores, se evita el aumento rápido en la concentración de oxígeno en el DPF producido por el rápido retardo. Además, el aumento en la temperatura en el DPF puede limitarse hasta un nivel inferior mediante el aumento de la  
10 velocidad de flujo del gas de escape que pasa a través del DPF.

Además, el documento US 2003/0106309 A1 da a conocer un dispositivo de control de la emisión de escape, en el que una unidad de control activa el medio de asistencia de regeneración, si un estado de funcionamiento específico que implica la combustión incompleta de partículas mediante NO<sub>2</sub> continúa durante un periodo predeterminado o más,  
15 como una primera condición de determinación, y controla una temperatura del gas de escape o una temperatura de un catalizador para potenciar la eficacia de la conversión del catalizador en NO<sub>2</sub>, regenerando de ese modo continuamente las partículas. La unidad de control activa el medio de regeneración forzada, si una cantidad depositada de partículas detectadas por el medio de detección de la cantidad depositada supera un valor predeterminado, como una segunda condición de determinación, y controla la temperatura del gas de escape o una temperatura de un filtro para que sea superior a la de cuando el medio de asistencia de regeneración se activa para regenerar por la fuerza el filtro. La unidad  
20 de control activa o bien el medio de regeneración forzada o bien el medio de asistencia de regeneración según la temperatura detectada por el medio de detección de la temperatura, si se establecen simultáneamente las condiciones de determinación primera y segunda.

## 25 Sumario de la invención

Es un objeto de la invención proporcionar un aparato de control del gas de escape para un motor de combustión interna y un método de control del mismo, que pueda suprimir el daño a una función de control del gas de escape de un catalizador de control del gas de escape debido a un aumento excesivo en la temperatura del catalizador incluso  
30 cuando el motor de combustión interna se desacelera mientras una cantidad de materia particulada acumulada es grande durante un control de recuperación del catalizador.

Un primer aspecto de la invención se refiere a un aparato de control del gas de escape para un motor de combustión interna, según la reivindicación 1.  
35

La materia particulada en el gas de escape descargado del motor de combustión interna se captura por el catalizador de control del gas de escape. La materia particulada así capturada y acumulada en el catalizador de control del gas de escape se quema y se elimina, por lo que se recupera el catalizador de control del gas de escape. El aire en el gas de escape elimina calor del catalizador de control del gas de escape mientras pasa a través del catalizador de control del gas de escape, y así suprime un aumento en la temperatura del catalizador. Sin embargo, dado que se disminuye la cantidad del gas de escape y en consecuencia se disminuye la cantidad de aire en el gas de escape mientras se desacelera el motor de combustión interna, se disminuye la cantidad de calor eliminado por el aire, en comparación con cuando el motor no se desacelera.  
40

Mientras, aunque el catalizador de control del gas de escape se está recuperando, la materia particulada acumulada reacciona con el oxígeno en el aire (es decir, la materia particulada acumulada se oxida), y se genera calor. La cantidad de calor generado se aumenta cuando se aumenta la cantidad de materia particulada y cuando se aumenta la cantidad de aire (oxígeno).  
45

El grado de cambio (aumento) en la temperatura del catalizador de control del gas de escape se decide basándose en el equilibrio entre la cantidad de calor eliminado por el aire en el gas de escape y la cantidad de calor generado debido a la oxidación de la materia particulada. A este respecto, en el aparato de control del gas de escape según el segundo aspecto de la invención, se suprime un aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna mediante una gran cantidad cuando se desacelera el motor de combustión interna mientras la cantidad de  
50 materia particulada acumulada es grande durante la recuperación del catalizador de control del gas de escape, en comparación con cuando se desacelera el motor mientras la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña. Por tanto, la cantidad de oxígeno implicada en la reacción de oxidación se disminuye y en consecuencia la cantidad de calor generado debido a la reacción se disminuye. Como resultado, es posible suprimir el daño a la función de control del gas de escape del catalizador de control del gas de escape debido a un aumento excesivo en la temperatura del catalizador.  
60

El medio de control puede suprimir el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna por una cantidad mayor cuando se hace mayor la cantidad de materia particulada acumulada.

Con la configuración mencionada anteriormente, cuando la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña, el medio de control suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna por una cantidad menor y la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna es grande. Por tanto, la cantidad de materia particulada implicada en la reacción de oxidación es pequeña, pero la cantidad de oxígeno implicado en la  
65

## ES 2 297 326 T3

reacción de oxidación es grande. Mientras, cuando la cantidad de materia particulada acumulada es grande, el medio de control suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna por una cantidad grande y la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna es pequeña. Por tanto, la cantidad de materia particulada implicada en la reacción de oxidación es grande, pero la cantidad de oxígeno implicado en la reacción de oxidación es pequeña. En consecuencia, la cantidad de calor generado debido al quemado de la materia particulada puede hacerse sustancialmente constante independientemente de la cantidad de materia particulada acumulada y en consecuencia la temperatura del catalizador puede hacerse sustancialmente constante.

El motor de combustión interna puede incluir una válvula de mariposa de entrada que ajusta una cantidad de aire tomado en una cámara de combustión a través de un conducto de entrada; y el medio de control controla la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna mediante el funcionamiento de la válvula de mariposa de entrada.

Con la configuración mencionada anteriormente, cuando el motor de combustión interna se desacelera mientras la cantidad de materia particulada acumulada es grande durante la recuperación del catalizador de control del gas de escape, se suprime la operación de apertura de la válvula de mariposa de entrada, en comparación con cuando el motor se desacelera mientras la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña. Dado que se suprime la operación de apertura de la válvula de mariposa de entrada, se suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en la cámara de combustión a través del conducto de entrada, lo que disminuye la cantidad de oxígeno implicado en la reacción de oxidación de la materia particulada acumulada en el catalizador de control del gas de escape.

El motor de combustión interna puede incluir un dispositivo de recirculación del gas de escape que hace recircular parte del gas de escape hasta una cámara de combustión a través de un conducto de entrada; y el medio de control puede suprimir el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna mediante el aumento de una cantidad de gas de escape que se hace recircular mediante el dispositivo de recirculación del gas de escape.

Con la configuración mencionada anteriormente, cuando el motor de combustión interna se desacelera mientras la cantidad de materia particulada acumulada es grande, se aumenta la cantidad de gas de escape que se hace recircular a la cámara de combustión a través del conducto de entrada mediante el dispositivo de recirculación de escape, en comparación con cuando el motor se desacelera mientras la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña. En consecuencia, se disminuye la cantidad de aire tomado en la cámara de combustión, lo que disminuye la cantidad de oxígeno implicado en la reacción de oxidación la cantidad de oxígeno implicado en la reacción de oxidación de la materia particulada acumulada en el catalizador de control del gas de escape.

El medio de control puede realizar una determinación de la cantidad de materia particulada acumulada basándose en un gradiente de un aumento en la temperatura del catalizador de control del gas de escape y puede suprimir el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna usando un resultado de la determinación.

En general, durante la recuperación del catalizador de control del gas de escape, la cantidad de calor generado debido a la reacción de oxidación tiende a ser mayor y el gradiente (grado) del aumento en la temperatura del catalizador tiende a ser mayor cuando se hace mayor la cantidad de materia particulada acumulada. Por tanto, definiendo previamente la relación entre el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador y la cantidad de materia particulada acumulada, puede determinarse la cantidad de materia particulada acumulada basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador. El aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna se suprime basándose en el resultado de la determinación. En consecuencia, es posible suprimir de manera fidedigna el daño a la función de control del gas de escape del catalizador de control del gas de escape debido a un aumento excesivo en la temperatura del catalizador. Además, mediante el uso de la diferencia entre la cantidad de materia particulada acumulada que se determina basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador y la cantidad de materia particulada acumulada que se obtiene basándose en el estado de funcionamiento del motor cuando se obtiene el gradiente, puede corregirse la cantidad de materia particulada acumulada que se obtiene basándose en el estado de funcionamiento del motor a partir de entonces.

El medio de control puede determinar que la cantidad de materia particulada acumulada es grande y puede suprimir el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna cuando el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador de control del gas de escape es igual a o mayor que un valor de referencia.

Cuando el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador es relativamente pequeño, no puede haber posibilidad de que la temperatura del catalizador supere una temperatura de límite superior en la que el catalizador de control del gas de escape no realice la función de control del gas de escape. En este caso, es preferible potenciar el quemado de la materia particulada con el fin de recuperar el catalizador de control del gas de escape.

Por tanto, puede suprimirse el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna cuando el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador de control del gas de escape es igual a o mayor que el valor de referencia como resultado de la comparación entre ellos, y no puede suprimirse el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna cuando el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador de control del gas de escape es menor que el valor de referencia. Por ejemplo, el valor de referencia puede fijarse para que sea el valor más grande en una región en la que la temperatura del catalizador no supera la temperatura de límite superior, aunque no se suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna, en un intervalo completo de valores del gradiente. Dado que se determina de esta manera si es necesario suprimir el aumento

## ES 2 297 326 T3

en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna y se suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna sólo cuando es necesario, es posible suprimir el daño a la función de control del gas de escape y dar prioridad a la recuperación del catalizador cuando es innecesario.

5 El medio de control puede suprimir el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna por una cantidad mayor cuando se hace mayor una diferencia entre el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador de control del gas de escape y un valor de referencia predeterminado.

10 Cuando se hace mayor el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador, es decir, cuando se hace mayor la diferencia entre el gradiente y un valor determinado (el valor de referencia), la cantidad de materia particulada acumulada se hace mayor. Por ejemplo, el valor de referencia puede fijarse para que sea el valor más grande en una región en la que la temperatura del catalizador no supera la temperatura de límite superior aunque no se suprima el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna, en un intervalo completo de valores del gradiente.

15 En consecuencia, mediante la supresión de la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna por una cantidad mayor cuando se hace mayor la diferencia entre el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador y el valor de referencia, la materia particulada puede oxidarse (quemarse) usando oxígeno de la cantidad correspondiente a la cantidad de materia particulada acumulada y puede suprimirse eficazmente un aumento excesivo en la temperatura del catalizador haciendo que la cantidad de calor sea sustancialmente constante, independientemente de la cantidad de materia particulada acumulada.

20 Cuando se fija el valor de referencia tal como se describió anteriormente, y la diferencia entre el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador y el valor de referencia es igual a o inferior a 0, es decir, cuando el gradiente es pequeño, no se suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna, por lo que puede recuperarse el catalizador de control del gas de escape mientras se suprime un aumento excesivo en la temperatura del catalizador.

30 El medio de control puede estimar la cantidad de materia particulada acumulada basándose en un gradiente del aumento en la temperatura del catalizador de control del gas de escape y puede suprimir el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna cuando la cantidad estimada de la materia particulada acumulada es igual a o mayor que una cantidad predeterminada.

35 Definiendo previamente la relación entre el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador y la cantidad de materia particulada acumulada, puede estimarse la cantidad de materia particulada acumulada basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador.

40 Cuando la cantidad estimada de la materia particulada acumulada es igual a o mayor que un valor determinado (el valor predeterminado) como resultado de la comparación entre ellos, puede determinarse que la cantidad de materia particulada acumulada es grande. El valor predeterminado puede fijarse para que sea un valor correspondiente al valor más grande en una región en la que la temperatura del catalizador no supera la temperatura de límite superior aunque no se suprima el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna, en un intervalo completo de valores del gradiente.

45 En consecuencia, mediante la supresión del aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna cuando la cantidad de materia particulada acumulada es igual a o mayor que el valor predeterminado y se determina que la cantidad de materia particulada acumulada es grande, puede disminuirse la cantidad de oxígeno implicado en la reacción de oxidación de la materia particulada y puede suprimirse el aumento en la cantidad de calor generado debido a la reacción de oxidación, a pesar de la gran cantidad de materia particulada acumulada. Como resultado, es posible suprimir de manera fidedigna el daño a la función de control del gas de escape debido a un aumento excesivo en la temperatura del catalizador.

50 Dado que se fija el valor predeterminado tal como se describió anteriormente y no se suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna cuando la cantidad de materia particulada acumulada es menor que el valor predeterminado, puede recuperarse el catalizador de control del gas de escape mientras se suprime un aumento excesivo en la temperatura del catalizador.

55 Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método según la reivindicación 10, en el que se recupera un catalizador de control del gas de escape dispuesto en un conducto de escape para un motor de combustión interna quemando y eliminando materia particulada acumulada en el catalizador de control del gas de escape.

### Breve descripción de los dibujos

60 Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se utilizan números similares para representar elementos similares y en los que:

## ES 2 297 326 T3

La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra la configuración de un aparato de control del gas de escape para un motor según una realización de la invención;

la figura 2 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para controlar una cantidad de aire de entrada cuando se desacelera el motor mientras la cantidad de materia particulada acumulada es grande durante un control de recuperación del catalizador;

la figura 3 es un diagrama esquemático que muestra la estructura de un mapa usado para calcular un grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa basándose en la cantidad de materia particulada acumulada;

la figura 4A es un diagrama esquemático que muestra la estructura de un mapa usado para estimar la cantidad de materia particulada acumulada basándose en un gradiente de un aumento en la temperatura del catalizador;

la figura 4B es un diagrama esquemático que muestra la estructura de un mapa usado para estimar una cantidad de corrección para la cantidad de materia particulada acumulada que se obtiene basándose en un estado de funcionamiento del motor; y

la figura 5 es un diagrama de tiempo que explica el funcionamiento del aparato de control del gas de escape.

### 20 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

A continuación en el presente documento se describirá una realización de la invención con referencia a los dibujos adjuntos. La figura 1 muestra un motor 10 diésel (denominado a continuación en el presente documento simplemente “motor”) instalado en un vehículo y un aparato 11 de control del gas de escape para el motor 10. El motor 10 incluye principalmente un conducto 12 de entrada, una cámara 13 de combustión y un conducto 14 de escape. Un limpiador 15 de aire para purificar el aire tomado en el conducto 12 de entrada está dispuesto en el lado más aguas arriba del conducto 12 de entrada. En el motor 10 están dispuestos un compresor 16A de un turbocompresor 16, un intercambiador 17 de calor y una válvula 18 de mariposa de entrada, en este orden, en una dirección desde el limpiador 15 de aire hasta el lado aguas abajo del conducto 12 de entrada. Un colector 19 de entrada está dispuesto aguas abajo de una válvula 18 de mariposa de entrada en el conducto 12 de entrada, como una parte de ramificación del conducto 12 de entrada. El conducto 12 de entrada está conectado a la cámara 13 de combustión de cada cilindro del motor 10 a través de esta parte de ramificación.

En el motor 10, está dispuesta una válvula 21 de inyección de combustible para inyectar el combustible usado por la combustión en la cámara 13 de combustión para cada cámara 13 de combustión. El combustible se suministra a cada válvula 21 de inyección de combustible desde un tanque 23 de combustible a través de un conducto 22 de suministro de combustible. En el conducto 22 de suministro de combustible, están dispuestos una bomba 24 de combustible y un raíl 25 común. La bomba 24 de combustible succiona el combustible desde el tanque 23 de combustible y presuriza y descarga el combustible. El raíl 25 común es una tubería de combustible a alta presión para almacenar el combustible a alta presión descargado. La válvula 21 de inyección de combustible de cada cilindro está conectada al raíl 25 común.

Mientras, en el conducto 14 de escape, están dispuestos un colector 26 de escape para recoger el gas de escape descargado de la cámara 13 de combustión de cada cilindro, y una turbina 16B de un turbocompresor 16. Además, en el motor 10 se emplea un dispositivo 27 de recirculación del gas de escape (denominado a continuación en el presente documento “EGR”) que hace recircular parte del gas de escape hasta el aire de entrada. El dispositivo 27 de EGR incluye un conducto 28 de EGR que conecta el conducto 12 de entrada con el conducto 14 de escape. Un lado aguas arriba del conducto 28 de EGR está conectado a una parte entre el colector 26 de escape y la turbina 16B en el conducto 14 de escape. En el conducto 28 de EGR están dispuestos un catalizador 29 del enfriador de EGR para purificar el gas de escape recirculado, un enfriador 31 de EGR para enfriar el gas de escape recirculado y una válvula 32 de EGR para ajustar la cantidad de flujo del gas de escape recirculado en este orden desde el lado aguas arriba. Un lado aguas abajo del conducto 28 de EGR está conectado a una parte entre la válvula 18 de mariposa de entrada y el colector 19 de entrada en el conducto 12 de entrada.

En el motor 10 así configurado, el aire tomado en el conducto 12 de entrada se purifica por el limpiador 15 de aire y después se introduce en el compresor 16A del turbocompresor 16. El compresor 16A comprime el aire introducido y descarga el aire comprimido en el intercambiador 17 de calor. El aire, cuya temperatura se ha aumentado debido a la compresión, se enfría mediante el intercambiador 17 de calor y después se distribuye a la cámara 13 de combustión de cada cilindro mediante la válvula 18 de mariposa de entrada y el colector 19 de entrada. Por tanto, la cantidad de flujo del aire en el conducto 12 de entrada se ajusta mediante el control del grado de apertura de la válvula 18 de mariposa de entrada.

La válvula 21 de inyección de combustible inyecta el combustible en la cámara 13 de combustión en la que se ha introducido el aire durante el tiempo de compresión en cada cilindro. La mezcla del aire introducido a través del conducto 12 de entrada y el combustible inyectado desde la válvula 21 de inyección de combustible se quema en la cámara 13 de combustión. El pistón 20 se hace oscilar mediante el gas de combustión a alta presión y alta temperatura que se genera en ese momento y así se hace girar el cigüeñal (no mostrado) que es un árbol de salida del motor 10, por lo que se obtiene la fuerza motriz del motor 10. La velocidad de rotación del cigüeñal se cambia mediante una transmisión (no mostrada) y la velocidad de rotación cambiada se transmite a las ruedas motrices.

## ES 2 297 326 T3

El gas de escape generado mediante la combustión en la cámara 13 de combustión de cada cilindro se introduce en la turbina 16B del turbocompresor 16 a través del colector 26 de escape. Cuando se acciona la turbina 16B mediante la fuerza del gas de escape introducido, se acciona el compresor 16A dispuesto en el conducto 12 de entrada en asociación con la turbina 16B, por lo que el aire se comprime.

5

Mientras, parte del gas de escape generado debido a la combustión se introduce en el conducto 28 de EGR. El gas de escape introducido en el conducto 28 de EGR se purifica mediante el catalizador 29 del enfriador de EGR, se enfría mediante el enfriador 31 de EGR y después se hace recircular hasta el aire en el lado aguas abajo de la válvula 18 de mariposa de entrada en el conducto 12 de entrada. La cantidad del gas de escape así recirculado se ajusta mediante el control del grado de apertura de la válvula 32 de EGR.

10

El motor 10 está configurado tal como se describió anteriormente. A continuación se describirá el aparato 11 de control del gas de escape para purificar el gas de escape descargado del motor 10. El aparato 11 de control del gas de escape incluye una válvula 33 de suministro de combustible de gas de escape y tres convertidores catalíticos que son catalizadores de control del gas de escape (un primer convertidor 34 catalítico, un segundo convertidor 35 catalítico y un tercer convertidor 36 catalítico).

15

El primer convertidor 34 catalítico está dispuesto aguas abajo de la turbina 16B. El primer convertidor 34 catalítico soporta un catalizador de reducción de almacenamiento de NOx. El primer convertidor 34 catalítico almacena óxidos de nitrógeno NOx en el gas de escape. Además, el primer convertidor 34 catalítico reduce y elimina los óxidos de nitrógeno NOx almacenados utilizando componentes del combustible no quemados suministrados que sirven como un agente reductor. El segundo convertidor 35 catalítico está dispuesto aguas abajo del primer convertidor 34 catalítico. El segundo convertidor 35 catalítico está formado usando material poroso, lo que permite que los componentes del gas en el gas de escape pasen a su través, e impide que la materia particulada en el gas de escape pase a su través. El segundo convertidor 35 catalítico soporta el catalizador de reducción de almacenamiento de NOx. El tercer convertidor 36 catalítico está dispuesto aguas abajo del segundo convertidor 35 catalítico. El tercer convertidor 36 catalítico soporta un catalizador de oxidación para purificar el gas de escape mediante la oxidación del hidrocarburo HC y el monóxido de carbono CO en el gas de escape.

20

30

La válvula 33 de suministro de combustible de gas de escape está dispuesta en una parte de recogida del gas de escape del colector 26 de escape. Además, la válvula 33 de suministro de combustible de gas de escape está conectada a la bomba 24 de combustible mediante un conducto 37 de combustible. La válvula 33 de suministro de combustible de gas de escape inyecta y suministra el combustible suministrado desde la bomba 24 de combustible en el gas de escape como el agente reductor. El gas de escape se introduce temporalmente en la atmósfera de reducción mediante el combustible suministrado, por lo que los óxidos de nitrógeno NOx almacenados en el primer convertidor 34 catalítico y el segundo convertidor 35 catalítico se reducen y se eliminan. Además, la materia particulada se captura al mismo tiempo en el segundo convertidor 35 catalítico.

35

Una unidad 41 de control electrónico controla el motor 10 y el aparato 11 de control del gas de escape que se han descrito. La unidad 41 de control electrónico incluye una CPU para llevar a cabo diversos procesamientos relacionados con el control del motor 10, una ROM para almacenar los programas y los datos requeridos para el control, una RAM para almacenar los resultados de los procesamientos llevados a cabo por la CPU, y similares, una RAM de copia de seguridad para almacenar y mantener diversos datos incluso una vez que se ha detenido el suministro eléctrico, puertos de entrada/salida para recibir y extraer información desde y hacia el exterior, y similares.

40

El puerto de entrada de la unidad 41 de control electrónico está conectado a un anemómetro 42 para detectar la cantidad de flujo de aire en el conducto 12 de entrada (cantidad de aire de entrada), un sensor 43 de NE para detectar la velocidad de rotación del motor (NE), un sensor 44 de mariposa para detectar el grado de apertura de la válvula 18 de mariposa de entrada (grado de apertura de la válvula de mariposa), y un sensor 45 de la temperatura del refrigerante para detectar la temperatura del refrigerante del motor 10. Además, el puerto de entrada está conectado a un sensor 46 de acelerador para detectar la cantidad de depresión de un pedal acelerador (cantidad de funcionamiento del acelerador), un sensor 47 de la velocidad del vehículo para detectar una velocidad de marcha del vehículo (velocidad del vehículo), y similares. Además, un puerto de salida de la unidad 41 de control electrónico está conectado a la válvula 18 de mariposa de entrada, la válvula 21 de inyección de combustible, la bomba 24 de combustible, la válvula 33 de suministro de combustible de gas de escape, la válvula 32 de EGR, y similares. La unidad 41 de control electrónico lleva a cabo diversos controles del funcionamiento para el motor 10 mediante el control de los dispositivos conectados al puerto de salida, basándose en los resultados de la detección llevada a cabo por los sensores 42 a 47.

50

55

Los diversos controles del funcionamiento incluyen un control de la inyección de combustible, un control de la válvula de mariposa, un control de la EGR, un control relacionado con la purificación del gas de escape, y similares. Por ejemplo, en el control de la inyección de combustible, se decide la cantidad del combustible inyectado desde la válvula 21 de inyección de combustible y los tiempos de la inyección. Cuando se decide la cantidad de inyección de combustible, se calcula una cantidad de inyección de combustible básica (periodo de tiempo de inyección básico) según el estado de funcionamiento del motor tal como la velocidad de rotación del motor y la cantidad de funcionamiento del acelerador, haciendo referencia a un mapa o similar. Entonces, se corrige el periodo de tiempo de inyección básico basándose en la temperatura del refrigerante, la cantidad de aire de entrada, y similares, por lo que se decide un periodo de tiempo de inyección final. Cuando se deciden los tiempos de inyección de combustible, se calculan los tiempos de inyección de combustible básicos según el estado de funcionamiento del motor tal como la velocidad de rotación del

60

65

## ES 2 297 326 T3

motor y la cantidad de funcionamiento del acelerador, haciendo referencia a un mapa predeterminado o similar. Los tiempos de inyección básicos se corrigen basándose en la temperatura del refrigerante, la cantidad de aire de entrada, y similares, por lo que se deciden los tiempos de inyección finales. Por tanto, una vez decidido el periodo de tiempo de inyección y los tiempos de la inyección, cuando la señal de salida del sensor 43 de NE se corresponde con un tiempo  
5 de inyección, comienza a suministrarse corriente eléctrica a la válvula 21 de inyección de combustible. Cuando ha transcurrido el periodo de tiempo de inyección desde el tiempo de comienzo de la inyección, se detiene el suministro de corriente eléctrica.

En la válvula de mariposa control, por ejemplo, se calcula un grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa según la velocidad de rotación del motor y la cantidad de funcionamiento del acelerador. La válvula 18 de mariposa de entrada se controla de manera que el grado real de apertura de la válvula de mariposa detectado por el sensor 44 de mariposa se aproxima al grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa.  
10

En el control de EGR, por ejemplo, se determina si se satisface una condición para llevar a cabo el control de EGR basándose en la velocidad de rotación del motor, la temperatura del refrigerante, la cantidad de funcionamiento del acelerador, y similares. La condición para llevar a cabo el control de EGR incluye una condición de que la temperatura del refrigerante es igual a o superior a un valor predeterminado, una condición de que el motor 10 ha continuado funcionando durante un tiempo predeterminado o más desde que se ha puesto en marcha el motor 10, una condición de que la cantidad de un cambio en la cantidad de funcionamiento del acelerador es un valor positivo, y similares. Si  
15 no se satisface la condición para llevar a cabo el control de EGR, la válvula 32 de EGR se mantiene en un estado completamente cerrado. Si se satisface la condición para llevar a cabo el control de EGR, se calcula un grado objetivo de apertura de la válvula de la válvula 32 de EGR según la velocidad de rotación del motor, la cantidad de funcionamiento del acelerador, y similares, haciendo referencia a un mapa predeterminado o similar.  
20

Además, en el control de EGR, se lleva a cabo un control de realimentación para el grado de apertura de la válvula de EGR utilizando la cantidad de aire de entrada como parámetro. En el control de realimentación, por ejemplo, se decide una cantidad de aire de entrada objetivo del motor 10 usando la cantidad de funcionamiento del acelerador, la velocidad de rotación del motor, y similares como parámetros. Se compara la cantidad real de aire de entrada detectada por el anemómetro 42 con la cantidad de aire de entrada objetivo. Cuando la cantidad real de aire de entrada es menor  
25 que la cantidad de aire de entrada objetivo, la válvula 32 de EGR se cierra en un grado predeterminado. En este caso, se disminuye la cantidad del gas de EGR que fluye hacia el conducto 12 de entrada desde el conducto 28 de EGR, y en consecuencia, se disminuye la cantidad del gas de EGR tomado en la cámara 13 de combustión. Como resultado, se aumenta la cantidad de aire fresco tomado en la cámara 13 de combustión en una cantidad correspondiente a la cantidad en la que se disminuye el gas de EGR.  
30

Mientras, cuando la cantidad real de aire de entrada es mayor que la cantidad de aire de entrada objetivo, la válvula 32 de EGR se abre en una cantidad predeterminada. En este caso, se aumenta la cantidad del gas de EGR que fluye hacia el conducto 12 de entrada desde el conducto 28 de EGR, y en consecuencia, se aumenta la cantidad del gas de EGR tomado en la cámara 13 de combustión. Como resultado, se disminuye la cantidad de aire fresco tomado en la  
35 cámara 13 de combustión en una cantidad correspondiente a la cantidad en la que se aumenta el gas de EGR.  
40

En el caso en el que es necesario que se aumente la cantidad del gas de EGR, cuando la válvula 32 de EGR está en el estado completamente abierto, la válvula 18 de mariposa de entrada está cerrada en un grado predeterminado. En este caso, el grado de presión negativa de entrada (la diferencia entre la presión atmosférica y la presión de entrada) se  
45 hace grande en el lado aguas abajo de la válvula 18 de mariposa de entrada en el conducto 12 de entrada. Por tanto, se aumenta la cantidad del gas de EGR tomado en el conducto 12 de entrada desde el conducto 28 de EGR.

El control relacionado con la purificación del gas de escape incluye un control para el catalizador de control del gas de escape. En el control para el catalizador de control del gas de escape, se fijan cuatro modos de control de catalizador, que son, un modo de control de recuperación del catalizador, un modo de control de recuperación del envenenamiento por azufre, un modo de control de reducción de NOx y un modo de control normal. La unidad 41 de control electrónico selecciona y lleva a cabo el modo de control de catalizador según los estados de los convertidores  
50 34 a 36 catalíticos.

En el modo de control de recuperación del catalizador, la materia particulada acumulada particularmente en el segundo convertidor 35 catalítico reacciona con el oxígeno en el aire (es decir, la materia particulada se quema), la materia particulada se convierte en dióxido de carbono CO<sub>2</sub> y agua H<sub>2</sub>O, y se descargan CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, por lo que se recupera el segundo convertidor 35 catalítico. Se genera calor debido a la reacción de oxidación. Cuando se hace mayor la cantidad de materia particulada y cuando se hace mayor la cantidad de aire (oxígeno), se hace mayor la  
55 cantidad de calor generado.  
60

Cuando se lleva a cabo el control de recuperación del catalizador, se estima la cantidad de materia particulada acumulada en el segundo convertidor 35 catalítico basándose en el estado de funcionamiento del motor 10. Por ejemplo, la cantidad de materia particulada generada se obtiene cada vez que se lleva a cabo la inyección de combustible, usando un mapa en el que está predefinida una relación entre la cantidad de inyección de combustible y la velocidad de rotación del motor, y la cantidad de materia particulada generada. La cantidad de materia particulada acumulada se obtiene mediante la acumulación de la cantidad de materia particulada generada que se obtiene cada vez que se lleva a cabo la inyección de combustible.  
65

## ES 2 297 326 T3

Cuando se satisface una condición predeterminada para la recuperación, la válvula 33 de suministro de combustible de gas de escape que está dispuesta separadamente de la válvula 21 de inyección de combustible para accionar el motor suministra el combustible a una parte aguas arriba del segundo convertidor 35 catalítico en el conducto 14 de escape. La condición para la recuperación incluye una condición de que la cantidad estimada de materia particulada acumulada es igual a o mayor que un valor  $\alpha$  predeterminado. El combustible suministrado se quema en el segundo convertidor 35 catalítico y se genera calor. Mediante el suministro repetidamente del combustible, se aumenta la temperatura del segundo convertidor 35 catalítico (la temperatura del catalizador y la temperatura del lecho de catalizador) hasta una temperatura a la que puede eliminarse la materia particulada (aproximadamente 600°C) debido al calor generado. Como resultado, la materia particulada se quema y se elimina y se recupera el segundo convertidor 35 catalítico.

El segundo convertidor 35 catalítico puede llevar a cabo la función de control del gas de escape en un determinado intervalo de temperatura y no puede purificar el gas de escape a temperatura atmosférica superior al valor de límite superior del intervalo de temperatura (denominado a continuación en el presente documento “temperatura de límite superior”, aproximadamente 800°C). Por tanto, es necesario llevar a cabo el control de recuperación del catalizador de manera que la temperatura del catalizador del segundo convertidor 35 catalítico no supere la temperatura de límite superior.

Mientras, en el motor 10, el aire contenido en el gas de escape elimina el calor del segundo convertidor 35 catalítico mientras pasa a través del segundo convertidor 35 catalítico, suprimiéndose así un aumento en la temperatura del catalizador. En consecuencia, utilizando apropiadamente el aire que elimina el calor, pueden equilibrarse la cantidad de calor generado en el segundo convertidor 35 catalítico y la cantidad de calor eliminado del segundo convertidor 35 catalítico. Como resultado, puede satisfacerse el requisito mencionado anteriormente, es decir, puede evitarse que la temperatura del catalizador supere la temperatura de límite superior. Cuando se desacelera el vehículo debido a la desaceleración del motor 10, se disminuye la cantidad del gas de escape y en consecuencia se disminuye la cantidad del aire en el gas de escape. Por tanto, la cantidad de calor eliminado por el aire es pequeña en comparación con cuando el vehículo no está desacelerado.

En el modo de control de recuperación del envenenamiento por azufre, los componentes de azufre se descargan de modo que los catalizadores de reducción de almacenamiento de NOx en el primer convertidor 34 catalítico y el segundo convertidor 35 catalítico se recuperan del envenenamiento por azufre cuando los catalizadores de reducción de almacenamiento de NOx en el primer convertidor 34 catalítico y el segundo convertidor 35 catalítico se envenenan con azufre y se disminuye la capacidad de almacenamiento de NOx. En este modo, se aumenta la temperatura del catalizador hasta una temperatura elevada (por ejemplo, de 600 a 700°C) mediante el suministro repetidamente del combustible desde la válvula 33 de suministro de combustible de gas de escape. En el modo de control de reducción de NOx, se reducen los óxidos de nitrógeno NOx almacenados en el primer convertidor 34 catalítico y el segundo convertidor 35 catalítico para dar nitrógeno N<sub>2</sub>, dióxido de carbono CO<sub>2</sub> y agua H<sub>2</sub>O y entonces se descargan el nitrógeno N<sub>2</sub>, el dióxido de carbono CO<sub>2</sub> y el agua H<sub>2</sub>O. En este modo, la temperatura del catalizador se hace relativamente baja (por ejemplo, de 250 a 500°C) mediante el suministro intermitentemente del combustible desde la válvula 33 de suministro de combustible de gas de escape a intervalos de tiempo relativamente grandes. El modo de control de catalizador distinto del modo de control de recuperación del catalizador, del modo de control de recuperación del envenenamiento por azufre y del modo de control de reducción de NOx, es el modo de control normal. En el modo de control normal, el agente reductor no se suministra desde la válvula 33 de suministro de combustible de gas de escape.

Cuando el motor 10 y el vehículo se desaceleran durante el control de recuperación del catalizador, la válvula 18 de mariposa de entrada puede estar completamente abierta o completamente abierta de manera sustancial como una medida para evitar que la temperatura del catalizador del segundo convertidor 35 catalítico supere la temperatura de límite superior. En este caso, se aumenta la cantidad de aire contenido en el gas de escape y se aumenta la cantidad de calor eliminado por el aire en el gas de escape mientras el aire en el gas de escape pasa a través del segundo convertidor 35 catalítico, por lo que se suprime el aumento en la temperatura del catalizador.

Sin embargo, esta medida puede ser ineficaz cuando la cantidad de materia particulada acumulada es grande. Es decir, cuando la cantidad real de materia particulada acumulada es mayor que el valor estimado durante el control de recuperación del catalizador, un periodo de tiempo de recuperación del catalizador en el control de recuperación del catalizador es más corto que el periodo de tiempo requerido para recuperar el segundo convertidor 35 catalítico. En consecuencia, la materia particulada no se quema ni se elimina completamente y parte de la materia particulada permanece acumulada. Cuando se desacelera el motor 10 y la válvula 18 de mariposa de entrada está completamente abierta o completamente abierta de manera sustancial mientras la cantidad de materia particulada acumulada es grande, se disminuye la cantidad del gas de escape debido a la desaceleración y se disminuye la cantidad de calor eliminado por el aire en el gas de escape. Mientras, dado que la cantidad de materia particulada acumulada es grande y la cantidad de oxígeno suministrado debido a la apertura de la válvula 18 de mariposa de entrada es grande, la cantidad de calor generado debido a la oxidación de la materia particulada se hace grande. Como resultado, la cantidad de calor generado debido a la oxidación de la materia particulada se hace mayor que la cantidad de calor eliminado por el aire en el gas de escape. Por tanto, la temperatura del catalizador puede superar la temperatura de límite superior.

En consecuencia, en la realización de la invención, cuando se desacelera el motor 10 mientras la cantidad de materia particulada acumulada es grande durante el control de recuperación del catalizador, se suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en la cámara 13 de combustión por una cantidad grande, en comparación con cuando se desacelera el motor 10 mientras la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña. A continuación, se

## ES 2 297 326 T3

describirá este control (denominado a continuación en el presente documento “rutina de control de la cantidad de aire”) en detalle con referencia a un diagrama de flujo en la figura 2.

En primer lugar, en la etapa 100, la unidad 41 de control electrónico determina si se está llevando a cabo el control de recuperación del catalizador. Por ejemplo, se determina si se selecciona y se está llevando a cabo el modo de control de recuperación del catalizador. Cuando se realiza una determinación negativa en la etapa 100 (es decir, se determina que no se está llevando a cabo el control de recuperación del catalizador), se termina la rutina de control de la cantidad de aire. Cuando se realiza una determinación afirmativa en la etapa 100 (es decir, se determina que se está llevando a cabo el control de recuperación del catalizador), se determina si se ha comenzado la desaceleración del motor 10 y el vehículo en la etapa 110. Por ejemplo, se determina que la velocidad del vehículo detectada por el sensor 47 de la velocidad del vehículo es inferior que la de en un ciclo de control anterior. Cuando se realiza una determinación negativa en la etapa 110, se termina la rutina de control de la cantidad de aire. Cuando se realiza una determinación afirmativa en la etapa 110, se determina si la desaceleración que se está llevando a cabo es la primera desaceleración una vez que ha cambiado el modo de control de catalizador al modo de control de recuperación del catalizador desde el otro modo en la etapa 120.

Cuando se realiza una determinación afirmativa (es decir, cuando se determina que se está llevando a cabo la primera desaceleración), se lee la cantidad de materia particulada acumulada por el control de recuperación del catalizador en la etapa 130. La cantidad de materia particulada acumulada se ha calculado por el control de recuperación del catalizador mediante una rutina separada, basándose en el estado de funcionamiento del motor (por ejemplo, la cantidad de inyección de combustible y la velocidad de rotación del motor), tal como se describió anteriormente.

Posteriormente, en la etapa 140, se calcula el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa de la válvula 18 de mariposa de entrada según la cantidad de materia particulada acumulada. Cuando se calcula el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa de la válvula 18 de mariposa de entrada, por ejemplo, se hace referencia a un mapa de la figura 3 en el que está predefinida la relación entre la cantidad de materia particulada acumulada y el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa. En este mapa, la tendencia es diferente entre una región en la que la cantidad de materia particulada acumulada es igual a o menor que un valor D1 y una región en la que la cantidad de materia particulada acumulada es mayor que el valor D1. En la región en la que la cantidad de materia particulada acumulada es igual a o menor que el valor D1, el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa es el valor máximo o sustancialmente el máximo cuando la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña y se disminuye cuando se aumenta la cantidad de materia particulada acumulada.

Por tanto, la relación entre la cantidad de materia particulada acumulada y el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa está predefinida de modo que la cantidad de calor generado debido a la reacción de oxidación de la materia particulada puede hacerse sustancialmente constante y en consecuencia la temperatura del catalizador puede hacerse sustancialmente constante independientemente de la cantidad de materia particulada acumulada, mediante el cambio de la cantidad de aire según la cantidad de materia particulada acumulada, dado que la cantidad de calor generado se decide mediante la cantidad de materia particulada (la cantidad de materia particulada acumulada) y la cantidad de aire (oxígeno) implicados en la oxidación. Es decir, cuando la cantidad de materia particulada acumulada es grande, la cantidad de aire se disminuye de modo que se suprime la generación de calor. Mientras, cuando la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña, la cantidad de aire se aumenta de modo que favorece la generación de calor.

En el mapa, en la región en la que la cantidad de materia particulada acumulada es mayor que el valor D1, se fija el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa a un valor correspondiente al cierre completo, independientemente de la cantidad de materia particulada acumulada. Por tanto, según el mapa, cuando la cantidad de materia particulada acumulada es mayor que el valor D1, la válvula 18 de mariposa de entrada siempre está completamente cerrada.

Cuando la cantidad de materia particulada acumulada obtenida basándose en el estado de funcionamiento del motor es relativamente pequeña en el momento de la primera desaceleración, el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa se fija a un valor grande, tal como se muestra mediante el punto X en la figura 3. Entonces, una vez que se ha llevado a cabo el procedimiento en la etapa 140, se termina la rutina de control de la cantidad de aire.

Mientras, cuando se realiza una determinación negativa en la etapa 120, es decir, cuando se determina que la desaceleración que se está llevando a cabo es la segunda desaceleración o posteriores una vez que ha cambiado el modo de control de catalizador al modo de control de recuperación del catalizador desde el otro modo, la rutina continúa hasta la etapa 150. En la etapa 150, se obtiene la cantidad estimada de la materia particulada acumulada basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador en el momento de la primera desaceleración, usando el mapa de la figura 4A. Además, se obtiene una cantidad de corrección para la cantidad de materia particulada acumulada (la cantidad de materia particulada acumulada que se obtiene basándose en el estado de funcionamiento del motor en la segunda desaceleración y la desaceleración posterior) usando el mapa de la figura 4B. La cantidad de corrección se obtiene basándose en la diferencia entre la cantidad de materia particulada acumulada que se obtiene basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador y la cantidad de materia particulada acumulada que se obtiene basándose en el estado de funcionamiento del motor en el momento de la primera desaceleración. El gradiente del aumento en la temperatura del catalizador es la cantidad del aumento en la temperatura del catalizador por unidad de tiempo (véase la figura 5). Por ejemplo, puede usarse el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador que se calcula mediante una rutina separada.

## ES 2 297 326 T3

Por ejemplo, la temperatura del catalizador puede estimarse basándose en el estado de funcionamiento del motor. Dado que la temperatura del catalizador se hace más grande cuando la velocidad de rotación del motor se hace más grande, y cuando la carga del motor se hace más grande, puede calcularse el valor estimado de la temperatura del catalizador (temperatura del catalizador estimada) basándose en la velocidad de rotación del motor, la carga del motor y similares. Por ejemplo, la temperatura del catalizador estimada se calcula basándose en la velocidad de rotación del motor actual y en la carga del motor actual, según un mapa en el que está definida la relación entre la velocidad de rotación del motor y la carga del motor, y la temperatura del catalizador estimada, y la temperatura del catalizador estimada se usa como la temperatura del catalizador.

En general, cuando se hace mayor la cantidad de materia particulada acumulada, la cantidad de calor generado debido a la reacción de oxidación tiende a ser mayor y el gradiente (grado) del aumento en la temperatura del catalizador tiende a ser mayor independientemente del grado de desaceleración, mientras se recupera el catalizador de control del gas de escape. Por tanto, definiendo previamente la relación entre el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador y la cantidad de materia particulada acumulada, puede estimarse la cantidad de materia particulada acumulada basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador.

En consecuencia, se estima la cantidad de materia particulada acumulada según el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador, usando el mapa de la figura 4A en el que se define la relación entre el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador y la cantidad de materia particulada acumulada (véase el punto X en la figura 4A). En este mapa, cuando el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador es pequeño, la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña. Además, cuando se hace mayor el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador, se hace mayor la cantidad de materia particulada acumulada.

En la etapa S160, la cantidad de corrección obtenida en la etapa 150 se refleja en el control de recuperación del catalizador. Es decir, la cantidad de materia particulada acumulada, que se calcula por el control de recuperación del catalizador basándose en el estado de funcionamiento del motor mediante la rutina separada, se corrige usando la cantidad de corrección obtenida en la etapa 150. Esta corrección hace posible llevar a cabo el control de recuperación del catalizador basándose en la cantidad más precisa de materia particulada acumulada durante un periodo de tiempo de recuperación del catalizador requerido para quemar y eliminar la materia particulada.

A continuación, en la etapa 170, se calcula el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa de la válvula 18 de mariposa de entrada basándose en la cantidad de materia particulada acumulada así corregida, haciendo referencia al mapa de la figura 3 que se usa en la etapa 140 mencionada anteriormente (véase el punto Y en la figura 3). Tal como se describió anteriormente, cuando se hace mayor la cantidad de materia particulada acumulada, se fija el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa a un valor menor en el mapa de la figura 3. Por tanto, cuando se hace mayor el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador, se fija el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa a un valor menor.

Entonces, una vez que se ha llevado a cabo el procedimiento en la etapa 170, se termina la rutina de control de la cantidad de aire. El grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa calculado en la etapas 140, 170 se utiliza como el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa en la válvula de mariposa control mencionada anteriormente. La válvula 18 de mariposa de entrada se controla de manera que el grado real de apertura de la válvula de mariposa detectado por el sensor 44 de mariposa se aproxima al grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa.

Los procedimientos en la etapa 130 a la etapa 170 en la rutina de control de la cantidad de aire mencionada anteriormente llevada a cabo por la unidad 41 de control electrónico pueden considerarse como el medio de control. Según la rutina de control de la cantidad de aire, por ejemplo, la velocidad del vehículo, el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa y la temperatura del catalizador varían tal como se muestra en la figura 5. Cuando se comienza la primera desaceleración en el tiempo t1 una vez que ha cambiado el modo de control de catalizador al modo de control de recuperación del catalizador desde el otro modo, se llevan a cabo los procedimientos en la etapa 100 a la etapa 140 en este orden. Dado que no se ha obtenido en este punto el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador, se calcula el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa según la cantidad de materia particulada acumulada obtenida basándose en el estado de funcionamiento del motor, usando el mapa de la figura 3. Por ejemplo, se obtiene el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa que es mayor que el grado de apertura de la válvula de mariposa antes del tiempo t1. Entonces, la válvula 18 de mariposa de entrada se controla de manera que el grado real de apertura de la válvula de mariposa se aproxima al grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa. Dado que la válvula 18 de mariposa de entrada se abre, se cambia (aumenta) la cantidad de aire de entrada. En consecuencia, se cambia la cantidad de calor generado debido a la reacción de oxidación de la materia particulada y se cambia la temperatura del catalizador. Dado que el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador en el momento de la primera desaceleración se ha obtenido en el momento de la segunda desaceleración (en el tiempo t11) y la desaceleración posterior, se obtiene la cantidad de materia particulada acumulada que está corregida basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador usando los mapas de las figuras 4A y 4B (etapa 160), y se obtiene el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa basándose en la cantidad corregida de materia particulada acumulada usando el mapa de la figura 3 (etapa 170). Por tanto, se calcula el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa usando la cantidad de materia particulada acumulada que es más precisa que la calculada basándose en el estado de funcionamiento del motor (la cantidad de inyección de combustible y la velocidad de rotación del motor) sin considerar el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador. Dado que la válvula 18 de mariposa de entrada

## ES 2 297 326 T3

está controlada de manera que el grado de apertura de la válvula de mariposa se aproxima al grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa, puede suprimirse un aumento excesivo en la temperatura del catalizador.

Según la realización que se ha descrito en detalle, pueden obtenerse los efectos siguientes.

5

(1) Cuando se desacelera el motor 10 (vehículo), la cantidad de calor eliminado por el aire en el gas de escape es menor que cuando no se desacelera el motor 10 (vehículo). Además, durante el control de recuperación del catalizador, la materia particulada acumulada en el segundo convertidor 35 catalítico reacciona con el aire (oxígeno) (es decir, se produce la reacción de oxidación) y se genera calor. La cantidad de calor generado se hace mayor cuando se hace mayor la cantidad de materia particulada y cuando se hace mayor la cantidad de aire (oxígeno). El grado del cambio (aumento) en la temperatura del catalizador se decide dependiendo del equilibrio entre la cantidad de calor eliminado por el aire en el gas de escape y la cantidad de calor generado debido a la oxidación de la materia particulada.

10

En la realización, cuando se desacelera el motor 10 (vehículo) mientras la cantidad de materia particulada es grande durante el control de recuperación del catalizador, se suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor 10 por una cantidad grande en comparación con cuando se desacelera el motor 10 (vehículo) mientras la cantidad de materia particulada es pequeña, por lo que se disminuye la cantidad de oxígeno implicado en la reacción de oxidación y en consecuencia se disminuye la cantidad de calor generado debido a la reacción de oxidación. Por tanto, a diferencia de la tecnología dada a conocer en la publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público número 2002-371889, es posible evitar la situación en la que la temperatura del catalizador se aumenta excesivamente hasta superar la temperatura de límite superior y resulta dañada la función de control del gas de escape del segundo convertidor catalítico.

15

20

(2) Cuando se hace mayor la cantidad de materia particulada acumulada, el aumento en la cantidad de aire de entrada se suprime por una cantidad mayor, es decir, la cantidad de aire de entrada es menor (véase la figura 3). Por tanto, cuando la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña, el aumento en la cantidad de aire de entrada se suprime por una cantidad menor. Aunque la cantidad de materia particulada implicada en la reacción de oxidación es pequeña, la cantidad de oxígeno es grande. Mientras, cuando la cantidad de materia particulada acumulada es grande, el aumento en la cantidad de aire de entrada se suprime por una cantidad grande. Aunque la cantidad de materia particulada implicada en la reacción de oxidación es grande, la cantidad de oxígeno es pequeña. En consecuencia, la cantidad de calor generado debido al quemado de la materia particulada puede hacerse sustancialmente constante independientemente de la cantidad de materia particulada acumulada y la temperatura del catalizador puede hacerse sustancialmente constante.

25

30

(3) Cuando se desacelera el motor 10 (vehículo) mientras la cantidad de materia particulada acumulada es grande durante el control de recuperación del catalizador, se fija el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa a un valor pequeño, de modo que se suprime la operación de apertura de la válvula 18 de mariposa de entrada, en comparación con cuando se desacelera el motor 10 (vehículo) mientras la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña. Debido a esta supresión, es posible suprimir el aumento en la cantidad de aire tomado en la cámara 13 de combustión a través del conducto 12 de entrada y disminuir la cantidad de oxígeno implicado en la reacción de oxidación de la materia particulada acumulada en el segundo convertidor 35 catalítico.

35

40

(4) En general, hay una relación determinada entre la acumulación de la materia particulada y el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador durante el control de recuperación del catalizador. Por tanto, definiendo previamente la relación entre la cantidad de materia particulada acumulada y el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador (véase el mapa de la figura 4A), puede estimarse la cantidad de materia particulada acumulada basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador.

45

(5) En la relación determinada descrita en el punto (4) anterior, cuando se hace mayor la cantidad de materia particulada acumulada, se hace mayor la cantidad de calor generado debido a la reacción de oxidación y se hace mayor el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador. Por tanto, en la realización de la invención, el mapa de la figura 4A está configurado de manera que cuando se hace mayor el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador, se hace mayor la cantidad de materia particulada acumulada. Por tanto, mediante el uso de este mapa, puede estimarse la cantidad de materia particulada acumulada con alta precisión basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador.

50

55

(6) La cantidad de materia particulada acumulada estimada basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador se refleja en la cantidad de materia particulada acumulada para el control de recuperación del catalizador (etapa 160). El periodo de tiempo de recuperación del catalizador se cambia basándose en la cantidad de materia particulada acumulada así obtenida. Por tanto, es posible evitar la situación en la que el segundo convertidor 35 catalítico no puede recuperarse completamente, es decir la situación en la que la materia particulada no se quema ni se elimina completamente y parte de la materia particulada permanece acumulada.

60

(7) El grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa en el momento de la primera desaceleración y los grados objetivo de apertura de la válvula de mariposa en el momento de la segunda desaceleración y la desaceleración posterior en el mismo modo de control de recuperación del catalizador se obtienen usando el mapa común (etapa 140, etapa 170). Por tanto, puede reducirse el número de mapas en comparación con cuando se usan mapas separados en el momento de la primera desaceleración y la segunda desaceleración y la desaceleración posterior.

65

## ES 2 297 326 T3

La invención puede realizarse en las realizaciones siguientes.

5 Cuando se desacelera el motor 10 y el vehículo mientras la cantidad de materia particulada acumulada es grande durante el control de recuperación del catalizador, puede suprimirse el aumento en la cantidad de aire de entrada mediante la apertura de la válvula 32 de EGR, de modo que aumenta la cantidad del gas de escape recirculado (cantidad de EGR), en lugar de suprimir la operación de apertura de la válvula 18 de mariposa de entrada.

10 Por tanto, cuando se aumenta la cantidad de EGR, se disminuye la cantidad de aire tomado en la cámara 13 de combustión en la cantidad correspondiente a la cantidad en la que se aumenta la cantidad de EGR. Por tanto, se disminuye la cantidad de oxígeno implicado en la reacción de oxidación de la materia particulada acumulada en el segundo convertidor 35 catalítico. En consecuencia, también en este caso, es posible evitar la situación en la que la temperatura del catalizador se aumenta excesivamente hasta superar la temperatura de límite superior y resulta dañada la función de control del gas de escape del catalizador de control del gas de escape, como en la realización mencionada anteriormente.

15 La estructura del mapa de la figura 4A puede cambiarse apropiadamente siempre que la cantidad de materia particulada acumulada sea grande cuando el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador es grande, en comparación con cuando el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador es pequeño. Por ejemplo, un intervalo de valores del gradiente puede dividirse en dos o más regiones y puede fijarse la cantidad de materia particulada acumulada para cada región (en este caso, la cantidad de materia particulada acumulada es igual en una región).

20 La estructura del mapa de la figura 3 puede cambiarse apropiadamente siempre que el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa se fije a un valor pequeño cuando la cantidad de materia particulada acumulada es grande, en comparación con cuando la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña. Por ejemplo, el intervalo de los valores de la cantidad de materia particulada acumulada puede dividirse en dos o más regiones y puede fijarse el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa para cada región (en este caso, el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa es igual en una región).

25 En la realización mencionada anteriormente, el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa puede calcularse directamente basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador, sin obtener la cantidad de materia particulada acumulada. En la realización mencionada anteriormente, cuando la desaceleración continúa durante un tiempo relativamente largo, el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador puede calcularse dos o más veces durante la desaceleración y la cantidad de materia particulada acumulada y el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa pueden calcularse basándose en los gradientes calculados del aumento en la temperatura del catalizador.

30 La cantidad de aire de entrada puede mantenerse en un valor antes de la desaceleración, en lugar de disminuir la cantidad en la que se aumenta la cantidad de aire de entrada. Además, puede disminuirse la cantidad de aire de entrada en lugar de suprimir el aumento en la cantidad de aire de entrada. En la rutina de control de la cantidad de aire en la figura 2, puede determinarse cuál es mayor entre la cantidad de materia particulada acumulada obtenida basándose en el estado de funcionamiento del motor y la cantidad de materia particulada acumulada estimada basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador y puede calcularse el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa basándose en la cantidad de materia particulada acumulada que es mayor. En este caso, sólo cuando la cantidad de materia particulada acumulada estimada basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador es mayor que la cantidad de materia particulada acumulada obtenida basándose en el estado de funcionamiento del motor, se calcula el grado objetivo de apertura de la válvula de mariposa según la cantidad de materia particulada acumulada estimada basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador.

35 Cuando la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña y el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador es pequeño, no hay posibilidad de que la temperatura del catalizador supere la temperatura de límite superior. En este caso, es preferible favorecer el quemado de la materia particulada con el fin de recuperar el catalizador de control del gas de escape.

40 En consecuencia, sólo cuando el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador es igual a o mayor que un valor de referencia predeterminado como resultado de la comparación entre ellos, puede suprimirse el aumento en la cantidad de aire de entrada y cuando el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador es menor que el valor de referencia, no puede suprimirse el aumento en la cantidad de aire de entrada. Además, sólo cuando la cantidad de materia particulada acumulada estimada basándose en el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador es igual a o mayor que un valor determinado (un valor predeterminado) como resultado de la comparación entre ellos, puede suprimirse el aumento en la cantidad de aire de entrada y cuando la cantidad de materia particulada acumulada es menor que el valor predeterminado, no puede suprimirse el aumento en la cantidad de aire de entrada.

45 El valor de referencia (o el valor predeterminado) puede fijarse para que sea el valor más grande en una región en la que la temperatura del catalizador no supera la temperatura de límite superior aunque no se suprima el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna, en un intervalo completo de valores del gradiente (o la cantidad estimada de la materia particulada acumulada).

## ES 2 297 326 T3

Puede determinarse si es necesario suprimir el aumento en la cantidad de aire de entrada. En este caso, sólo cuando es necesario, se suprime el aumento en la cantidad de aire de entrada para suprimir el daño a la función de control del gas de escape, y cuando no es necesario, se da prioridad a la recuperación del catalizador de control del gas de escape.

- 5 Además, cuando se hace mayor la diferencia entre el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador y el valor de referencia (o el valor predeterminado), se suprime el aumento en la cantidad de aire de entrada por una cantidad mayor de manera que la cantidad de aire de entrada se hace menor. En este caso, la materia particulada puede oxidarse (quemarse) por oxígeno de la cantidad correspondiente a la cantidad de materia particulada acumulada y la cantidad de calor generado puede hacerse sustancialmente constante, independientemente de la cantidad de materia  
10 particulada acumulada. En consecuencia, puede suprimirse eficazmente un aumento excesivo en la temperatura del catalizador.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Aparato de control del gas de escape para un motor de combustión interna, que incluye un catalizador (35) de control del gas de escape dispuesto en un conducto (14) de escape para el motor de combustión interna, y en el que el catalizador (35) de control del gas de escape se recupera quemando y eliminando materia particulada acumulada en el catalizador (35) de control del gas de escape, incluyendo además el motor de combustión interna una válvula (18) de mariposa de entrada que ajusta una cantidad de aire tomado en una cámara de combustión a través del conducto de entrada, estando **caracterizado** el aparato de control del gas de escape porque comprende: un medio (41) de control para controlar un aumento en una cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna mediante el control de una operación de apertura de la válvula (18) de mariposa de entrada durante el control de recuperación del catalizador, en donde, cuando el motor está desacelerando durante el control de recuperación del catalizador, el medio de control abre la válvula (18) de mariposa para evitar que el catalizador (35) supere una temperatura de límite superior, donde cuando una cantidad de materia particulada acumulada es grande, la válvula (18) de mariposa de entrada se controla para que esté menos abierta, en comparación con cuando la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña.

2. Aparato de control del gas de escape según la reivindicación 1, en el que el medio (41) de control suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna por una cantidad mayor cuando se hace mayor la cantidad de materia particulada acumulada.

3. Aparato de control del gas de escape según la reivindicación 1, en el que el medio (41) de control abre la válvula (18) de mariposa de entrada cuando la cantidad de materia particulada acumulada es menor que un valor (D1) predeterminado mientras el motor de combustión interna se desacelera, y en donde el control para la válvula (18) de mariposa de entrada cuando la cantidad de materia particulada acumulada es mayor que el valor (D1) predeterminado es diferente de aquél para la válvula (18) de mariposa de entrada cuando la cantidad de materia particulada acumulada es igual a o inferior al valor (D1) predeterminado.

4. Aparato de control del gas de escape según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el motor de combustión interna incluye un dispositivo (27) de recirculación del gas de escape que hace recircular parte del gas de escape hasta una cámara de combustión a través de un conducto de entrada; y el medio (41) de control suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna mediante el aumento de una cantidad de gas de escape que se hace recircular mediante el dispositivo (27) de recirculación del gas de escape.

5. Aparato de control del gas de escape según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el medio (41) de control realiza una determinación de la cantidad de materia particulada acumulada basándose en un gradiente de un aumento en la temperatura del catalizador (35) de control del gas de escape y suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna usando un resultado de la determinación.

6. Aparato de control del gas de escape según la reivindicación 5, en el que el medio (41) de control determina que la cantidad de materia particulada acumulada es grande y suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna cuando el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador (35) de control del gas de escape es igual a o mayor que un valor de referencia.

7. Aparato de control del gas de escape según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el medio (41) de control suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna por una cantidad mayor cuando se hace mayor una diferencia entre el gradiente del aumento en la temperatura del catalizador (35) de control del gas de escape y un valor de referencia predeterminado.

8. Aparato de control del gas de escape según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el medio (41) de control estima la cantidad de materia particulada acumulada basándose en un gradiente del aumento en la temperatura del catalizador (35) de control del gas de escape y suprime el aumento en la cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna cuando la cantidad estimada de materia particulada acumulada es igual a o mayor que una cantidad predeterminada.

9. Aparato de control del gas de escape según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la válvula (18) de mariposa de entrada está completamente abierta o completamente abierta de manera sustancial cuando la cantidad de materia particulada es igual a o inferior al valor (D1) predeterminado.

10. Método en el que un catalizador (35) de control del gas de escape dispuesto en un conducto (14) de escape para un motor de combustión interna se recupera quemando y eliminando materia particulada acumulada en el catalizador (35) de control del gas de escape, **caracterizado** por comprender las etapas de:

determinar si una cantidad de materia particulada acumulada es grande; y controlar un aumento en una cantidad de aire tomado en el motor de combustión interna durante el control de recuperación del catalizador mediante el control de una operación de apertura de la válvula (18) de mariposa de entrada, en donde, cuando el motor está desacelerando durante el control de recuperación del catalizador, la válvula (18) de mariposa de entrada se abre para evitar que el catalizador (35) supere una temperatura de límite superior, y en donde, cuando se determina que la cantidad de materia particulada acumulada es grande, la válvula (18) de mariposa de entrada se controla para que esté menos abierta, en comparación con cuando se determina que la cantidad de materia particulada acumulada es pequeña.



FIG. 2

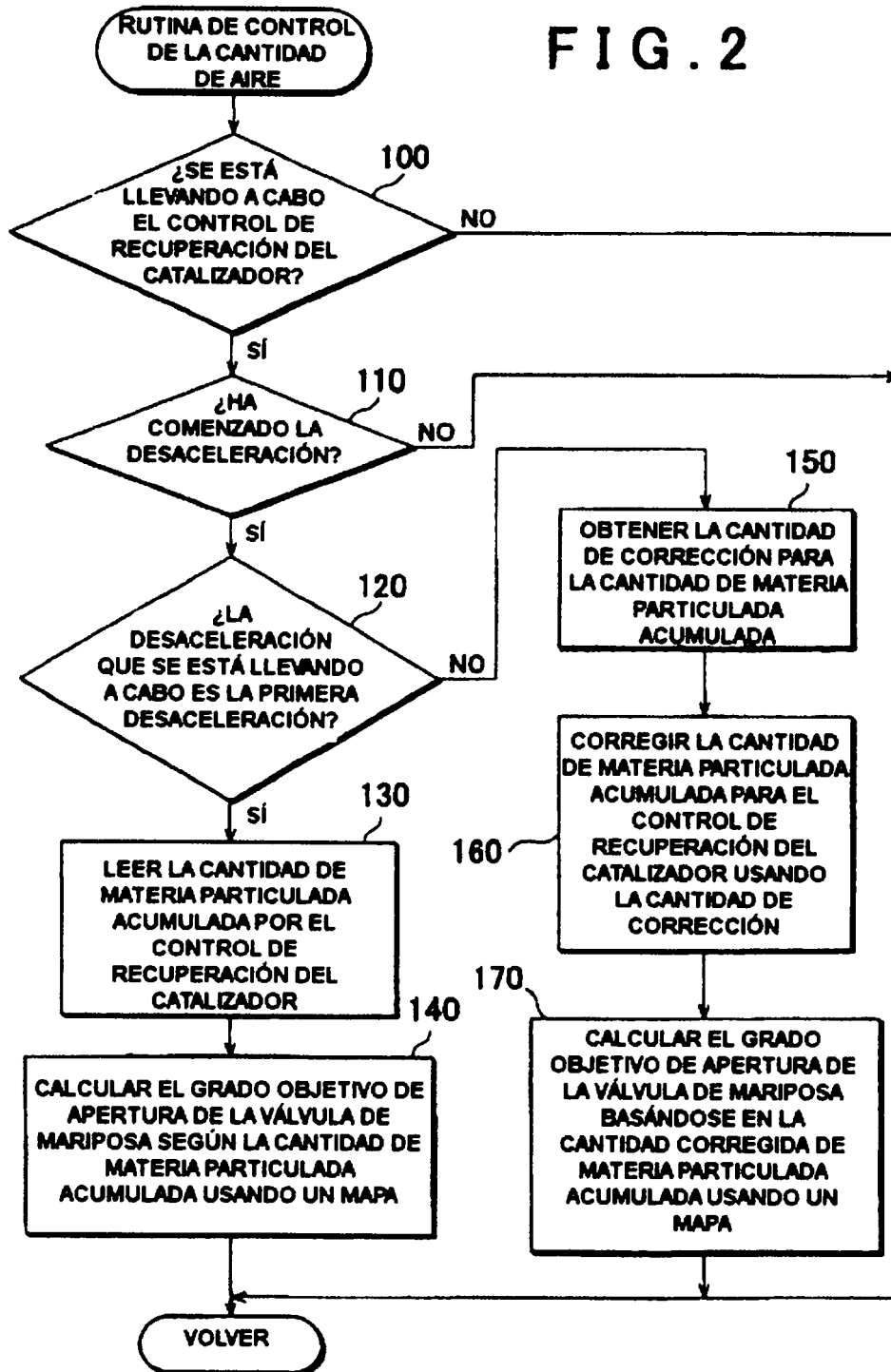
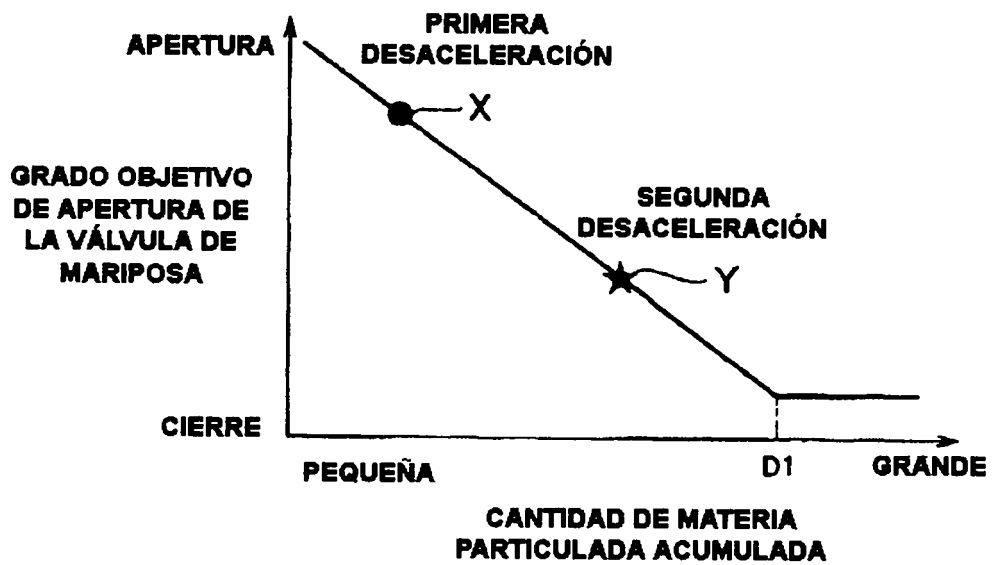
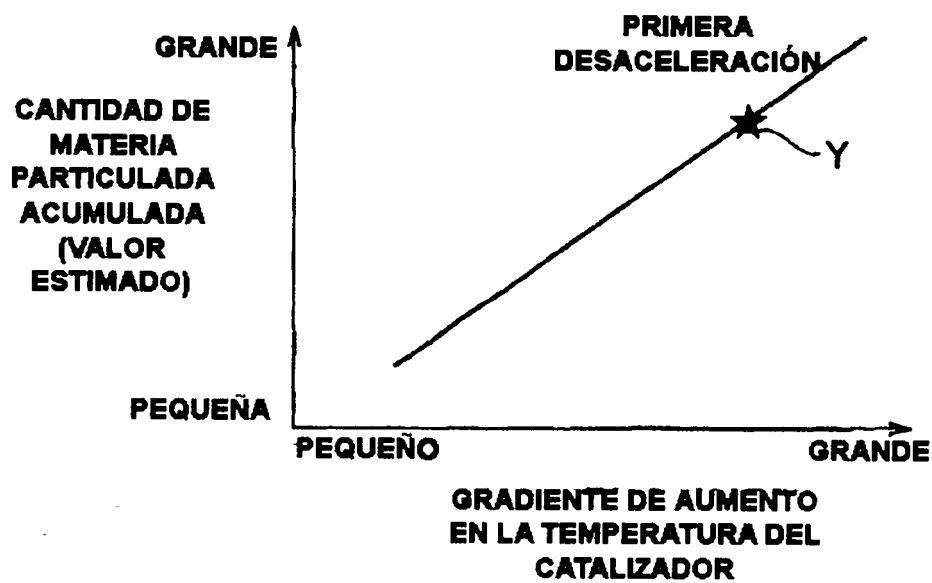


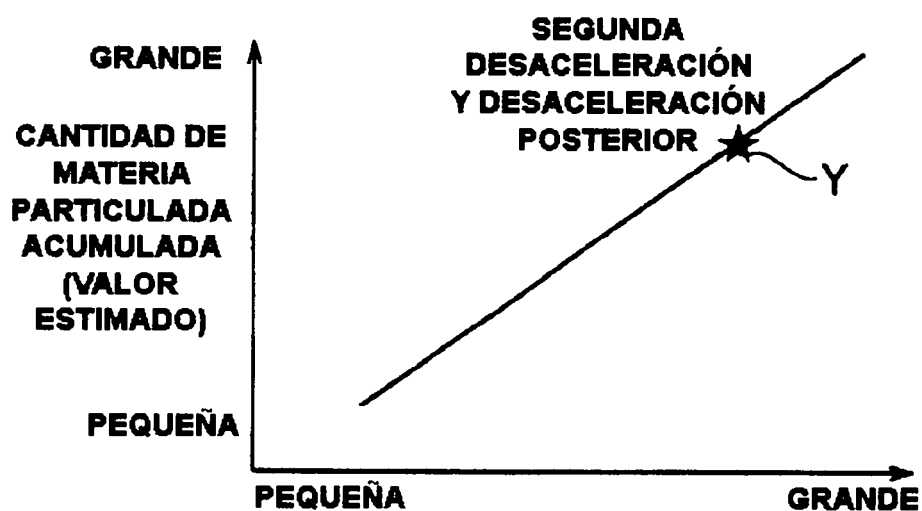
FIG. 3



**FIG. 4A**



**FIG. 4B**



**DIFERENCIA ENTRE LA CANTIDAD DE AUMENTO EN LA TEMPERATURA DEL CATALIZADOR Y LA CANTIDAD DE MATERIA PARTICULADA ACUMULADA OBTENIDA BASÁNDOSE EN EL ESTADO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR**

FIG. 5

