

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 039**

51 Int. Cl.:

**F02D 41/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2007** **E 07123051 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2017** **EP 1942262**

54 Título: **Aparato y método de purificación de gas de escape para motores de combustión interna**

30 Prioridad:

**26.12.2006 JP 2006349762**

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

**09.06.2017**

73 Titular/es:

**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (100.0%)  
1, Toyota-cho  
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571 , JP**

72 Inventor/es:

**TAHARA, JUN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 616 039 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 y método de purificación de gas de escape para motores de combustión interna

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

5 La invención se refiere a un aparato y un método de purificación de gas de escape para motores de combustión interna.

**2. Descripción de la técnica relacionada**

10 Los motores de combustión interna incluyen un componente movable, hecho funcionar cuando funciona el motor, cuyo funcionamiento hace cambiar la temperatura del gas de escape, tal como una válvula de recirculación de gas de escape (EGR), una tobera variable de un turbocompresor de capacidad variable, una válvula reguladora de admisión o una válvula reguladora de escape (se hace referencia, por ejemplo, a la reivindicación 5 y al párrafo 0021 de la publicación de solicitud de patente japonesa nº 2005-48701 (JP-A-2005-48701)).

15 Algunos motores de combustión interna están provistos de un aparato de purificación de gas de escape que ejecuta un control de aumento de temperatura de gas de escape destinado a aumentar la temperatura del gas de escape durante un proceso de recuperación de la capacidad de purificación de un dispositivo de purificación de gas de escape, y es posible aumentar la temperatura del gas de escape merced al funcionamiento de dicho componente movable durante el control de aumento de temperatura del gas de escape. A modo de ejemplo, la publicación de solicitud de patente japonesa nº 2005-48701 describe el aumento de temperatura de gas de escape merced al control del grado de apertura de al menos una válvula reguladora de admisión, una válvula EGR o una tobera variable de un turbocompresor de capacidad variable. La publicación de solicitud de patente japonesa antedicha describe también el aumento de temperatura de gas de escape cuando se retarda el momento de la inyección de combustible sin usar el componente movable.

25 Desde el punto de vista de la eficacia, no se aumenta la temperatura del gas de escape de la mejor manera mediante el funcionamiento del componente movable (por ejemplo, merced a la apertura de la válvula EGR) en toda la región de funcionamiento de un motor. Esto es, la temperatura del gas de escape puede aumentarse de manera eficaz merced a la apertura de la válvula EGR solo en una región de funcionamiento de motor limitada. En otros términos, la temperatura del gas de escape no puede aumentarse de manera eficaz merced a la apertura de la válvula EGR en otras regiones de funcionamiento de un motor. Para aumentar la temperatura del gas de escape de manera eficaz se prefiere, por tanto, abrir la válvula EGR en la región limitada antes mencionada y no usar la válvula EGR en las demás regiones de funcionamiento del motor.

30 Pero existe la posibilidad de que la válvula EGR se encuentre pegada temporalmente en la posición de cierre completo, por ejemplo, congelada cuando el motor de combustión interna esté apagado a baja temperatura. En este caso, la válvula EGR no puede ser utilizada para aumentar la temperatura del gas de escape durante el control de aumento de su temperatura, y por tanto el proceso de recuperación de la capacidad de purificación del dispositivo de purificación de gas de escape no puede realizarse apropiadamente, y la purificación del gas de escape de la combustión interna puede resultar insuficiente.

35 Ha de notarse que este problema no solo se da cuando el componente movable destinado a aumentar la temperatura del gas de escape sea la válvula EGR, sino también cuando sea una válvula reguladora de admisión, una válvula reguladora de escape, una tobera variable de un turbocompresor de capacidad variable u otro componente movable.

40 El documento DE 10 2004018676 A1 describe un sistema por el que, para aumentar la temperatura del gas de escape de un motor de combustión interna, un control del motor es conmutado de un modo a otro si se detecta un error de una válvula reguladora.

A través de los documentos EP 1 096 126 A2, JP 2003-247459 A y JP 2005-048701 A se conocen otros aparatos de purificación de gas de escape.

**45 Compendio de la invención**

La invención proporciona un aparato y un método de purificación de gas de escape de motores de combustión interna que minimizan o excluyen la posibilidad de que el control de aumento de temperatura de gas de escape no aumente la temperatura del gas de escape de modo apropiado porque el componente móvil se encuentre pegado temporalmente.

50 Un aspecto de la invención concierne a un aparato de purificación de gas de escape para un motor de combustión interna dotado de un componente movable, hecho funcionar durante el funcionamiento del motor de combustión interna, cuyo funcionamiento hace cambiar la temperatura del gas de escape del motor de combustión interna, estando destinado el aparato de purificación de gas de escape a ejecutar un control de aumento de temperatura del gas de escape para aumentar la temperatura del gas de escape del motor de combustión interna durante un proceso de recuperación de la capacidad de purificación de un dispositivo de purificación de gas de escape. El aparato de purificación de gas de escape incluye: medios de conmutación para conmutar el control de aumento de temperatura de gas de escape entre un primer control en el que la temperatura del gas de escape es aumentada sin hacer

funcionar el componente movable y un segundo control en el que la temperatura del gas de escape es aumentada haciendo funcionar el componente movable; medios de detección para detectar un estado pegado temporal del componente movable; y medios de control para extender, cuando un estado pegado temporal del componente movable sea detectado, una región de ejecución del primer control en dirección a una región de ejecución del segundo control en toda la región de funcionamiento del motor de combustión interna, de modo que la región de ejecución del segundo control se reduzca. Otro aspecto de la invención se refiere a un método de purificación de gas de escape para un motor de combustión interna dotado de un componente movable, hecho funcionar durante el funcionamiento del motor de combustión interna, cuyo funcionamiento hace cambiar la temperatura del gas de escape del motor de combustión interna, por el que se ejecuta un control de aumento de temperatura de gas de escape destinado a aumentar la temperatura del gas de escape del motor de combustión interna durante un proceso de recuperación de la capacidad de purificación de un dispositivo de purificación de gas de escape. Este método de purificación de gas de escape incluye: conmutar el control de aumento de temperatura de gas de escape entre un primer control en el que la temperatura del gas de escape es aumentada sin usar el componente movable y un segundo control en el que la temperatura del gas de escape es aumentada merced al uso del componente movable; detectar un estado pegado temporal del componente movable; y, cuando sea detectado un estado pegado temporal del componente movable, extender una región de ejecución del primer control en dirección a una región de ejecución del segundo control en toda la región de funcionamiento del motor de combustión interna, de manera que la región de ejecución del segundo control se reduzca.

De acuerdo con el aparato y el método de purificación de gas de escape descritos, cuando el componente movable esté pegado temporalmente la región de ejecución del primer control se extiende mientras que la región de ejecución del segundo control se reduce, lo que reduce o excluye la posibilidad de que el control de aumento de temperatura de gas de escape ejecute el segundo control, es decir, se hace que se ejecute el primer control en vez del segundo control para aumentar la temperatura del gas de escape. En consecuencia, el aparato y el método de purificación de gas de escape descritos minimizan la posibilidad de que el control de aumento de temperatura de gas de escape no aumente la temperatura del gas de escape de manera apropiada porque el segundo control sea ejecutado aunque el componente movable esté pegado temporalmente.

El aparato de purificación de gas de escape descrito puede estar previsto también de manera que, cuando el componente movable se encuentre en estado pegado temporal, los medios de control conviertan toda la región de ejecución del segundo control en una región de ejecución del primer control.

De acuerdo con esta estructura, cuando el componente movable esté pegado temporalmente se ejecuta el primer control en vez del segundo control en toda la región en que el segundo control se ejecuta cuando el componente movable no esté pegado temporalmente, y por tanto se impide la ejecución del segundo control cuando el componente movable esté pegado temporalmente.

Además, el aparato de purificación de gas de escape descrito puede preverse de manera que cuando el componente movable sea liberado del estado pegado temporal, los medios de control restablezcan las regiones de ejecución del primer control y del segundo control usadas cuando el componente movable no se encuentra en estado pegado temporal.

De acuerdo con esta estructura, cuando el componente movable sea liberado del estado pegado temporal, las regiones de ejecución cambiadas del primer control y del segundo control durante el aumento de temperatura de gas de escape se cambian a su estado anterior de regiones de ejecución normales, y por tanto los efectos del cambio de las regiones de ejecución del primer control y del segundo control se minimizan.

El aparato de purificación de gas de escape descrito puede preverse también de tal manera que cuando el componente movable sea liberado del estado pegado temporal, los medios de control extiendan la región de ejecución del segundo control en dirección a la región de ejecución del primer control, reduciéndose así la región de ejecución del primer control.

El aparato de purificación de gas de escape descrito puede preverse también de manera que el componente movable sea al menos una válvula reguladora de admisión, una válvula EGR o una tobera variable de un turbocompresor de capacidad variable.

El aparato de purificación de gas de escape descrito puede preverse también de manera que: el componente movable sea una válvula EGR; el control de aumento de temperatura del gas de escape sea ejecutado de modo que queme y por tanto elimine partículas acumuladas en un filtro dispuesto en el sistema de escape del motor de combustión interna para atrapar partículas; y cuando la válvula EGR no esté en estado pegado temporal, los medios de conmutación asignen el control de aumento de temperatura de gas de escape, en una región de carga baja de motor, al primer control, durante el cual la temperatura del gas de escape es aumentada mientras se mantiene la válvula EGR completamente cerrada, y asignan el control de aumento de temperatura de gas de escape, en una región de carga de motor en el lado de carga alta de motor de la región de carga baja del motor, al segundo control, durante el cual la temperatura del gas de escape es aumentada merced a la apertura de la válvula EGR en grado superior al estado normal.

De acuerdo con esta estructura, en caso de que se ejecute un proceso de recuperación de la capacidad de atrapar partículas de un filtro por eliminación de las partículas acumuladas en el filtro, como uno de los procesos destinados a recuperar la capacidad de purificación del gas de escape, es preferible aumentar la temperatura del gas de escape

merced a la apertura de la válvula EGR en grado superior al estado normal porque de ese modo puede reducirse la cantidad de NO<sub>x</sub> emitidos por el motor de combustión interna. Pero en una región de carga baja de motor la temperatura del gas de escape no puede ser aumentada de manera eficaz merced a la apertura de la válvula EGR en grado superior al normal. En consecuencia, el control de aumento de temperatura del gas de escape se asigna, en la región de carga baja del motor, al primer control, durante el cual la temperatura del gas de escape es aumentada mientras se mantiene la válvula EGR completamente cerrada, y se asigna el control de aumento de temperatura de gas de escape, en una región de carga de motor en el lado de carga alta del motor de la región de carga baja del motor, al segundo control, durante el cual la temperatura del gas de escape se aumenta merced a la apertura de la válvula EGR en grado superior al estado normal. Es posible, por tanto, reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> y recuperar la capacidad de atrapar partículas del filtro.

De acuerdo con la estructura anterior, además, en caso de que se realice un proceso de recuperación de capacidad de atrapar partículas de un filtro con el fin de mantener una capacidad de atrapar partículas del filtro suficiente al evitar anomalías del filtro que puedan presentarse cuando una cantidad excesiva de partículas se acumule en el filtro, de manera preferida se ejecuta el proceso de recuperación, en la medida de lo posible, aun cuando la válvula EGR esté pegada temporalmente. De acuerdo con la estructura antes descrita, cuando la válvula EGR esté pegada temporalmente, el control de aumento de temperatura de gas de escape ejecuta el primer control en vez del segundo control en la región de funcionamiento del motor en que el segundo control se ejecutaría normalmente, y por tanto la temperatura del gas de escape puede aumentarse apropiadamente aun cuando la válvula EGR esté pegada temporalmente. En consecuencia, aunque la válvula EGR esté pegada temporalmente, el proceso de recuperación de la capacidad de atrapar partículas del filtro puede realizarse correctamente. De esta manera pueden evitarse anomalías que de otro modo pudiera presentar el filtro por acumular partículas en exceso y por tanto puede mantenerse la capacidad del filtro para atrapar partículas en medida suficiente.

De acuerdo con la estructura anterior, cuando la válvula EGR esté pegada temporalmente, si las regiones de ejecución del primer control y del segundo control de aumento de temperatura del gas de escape se cambian del modo en que ha sido descrito, las emisiones de NO<sub>x</sub> no pueden reducirse. Pero si la estructura anterior es incorporada en el aparato de purificación de gas de escape precedente en el que cuando el componente movable sea liberado del estado pegado temporal los medios de control restablecen las regiones de ejecución del primer control y del segundo control usadas cuando el componente movable no se encuentra en estado pegado temporal, el efecto adverso de que las emisiones de NO<sub>x</sub> no puedan reducirse como consecuencia del cambio de las regiones de ejecución del primer control y del segundo control puede minimizarse.

El aparato de purificación de gas de escape descrito puede preverse también de manera que el filtro para atrapar partículas esté provisto de un catalizador de NO<sub>x</sub>.

El aparato de purificación de gas de escape descrito puede preverse también de manera que el control de aumento de temperatura de gas de escape aumente la temperatura del gas de escape mediante al menos: un control del grado de apertura de una válvula reguladora de admisión; un control del grado de apertura de una válvula reguladora de escape; la ejecución de una postinyección que en la cámara de combustión siga a una inyección principal; un control de cantidades y temporizaciones de inyecciones de combustible en la cámara de combustión, a saber, la inyección principal, la inyección piloto y la postinyección; un control de alta presión de combustible en el conducto de alimentación común o un control de la capacidad de un turbocompresor de capacidad variable. Cuando la región de ejecución del primer control sea extendida, en la parte extendida de la región de ejecución del primer control, mediante al menos: el control del grado de apertura de la válvula reguladora de admisión; el control del grado de apertura de la válvula reguladora de escape; la ejecución de una postinyección; el control de cantidades y temporizaciones de inyecciones de combustible en la cámara de combustión, a saber, la inyección principal, la inyección piloto y la postinyección; el control de alta presión del combustible en el conducto de alimentación común o el control de la capacidad del turbocompresor de capacidad variable; realizados también durante el segundo control, son realizados en este caso de manera que la temperatura del gas de escape se aumente más que durante el segundo control.

De acuerdo con esta estructura, durante el primer control se aumenta la temperatura del gas de escape mediante al menos: el control del grado de apertura de la válvula reguladora de admisión; el control del grado de apertura de la válvula reguladora de escape; la ejecución de la postinyección; el control de cantidades y temporizaciones de inyecciones de combustible en la cámara de combustión, a saber, la inyección principal, la inyección piloto y la postinyección; el control de alta presión de combustible en el conducto de alimentación común o el control de la capacidad de un turbocompresor de capacidad variable. Durante el segundo control de aumento de temperatura de gas de escape, la temperatura de gas de escape se aumenta mediante al menos: el control del grado de apertura de la válvula reguladora de admisión; el control del grado de apertura de la válvula reguladora de escape; la ejecución de la postinyección; el control de cantidades y temporizaciones de inyecciones de combustible en la cámara de combustión, a saber, la inyección principal, la inyección piloto y la postinyección; el control de alta presión de combustible en el conducto de alimentación común; el control de la capacidad del turbocompresor de capacidad variable o el control para abrir la válvula EGR en grado superior al estado normal. Además, cuando la región de ejecución del primer control haya sido extendida en respuesta a un estado pegado temporal de la válvula EGR, en la parte extendida de la región de ejecución del primer control, mediante al menos: el control del grado de apertura de la válvula reguladora de admisión; el control del grado de apertura de la válvula reguladora de escape; la ejecución de una postinyección; el control de cantidades y temporizaciones de inyecciones de combustible en la cámara de

5 combustión, a saber, la inyección principal, la inyección piloto y la postinyección; el control de alta presión de combustible en el conducto de alimentación común o el control de la capacidad del turbocompresor de capacidad variable; realizados también durante el segundo control, son realizados en este caso de manera que la temperatura del gas de escape se aumente más que durante el segundo control. Por tanto, la temperatura del gas de escape puede ser aumentada con certeza en la parte extendida de la región de ejecución del primer control sin abrir la válvula EGR en grado superior al estado normal.

10 El aparato de purificación de gas de escape descrito puede preverse de manera que el componente movable sea al menos una válvula reguladora de admisión, una válvula EGR, una tobera variable de un turbocompresor de capacidad variable o una válvula reguladora de escape, y que el control de aumento de temperatura de gas de escape ejecute un proceso de reducción de NO<sub>x</sub> o un proceso de recuperación de envenenamiento por azufre de un catalizador de NO<sub>x</sub> previsto en el sistema de escape del motor de combustión interna.

### Breve descripción de los dibujos

15 Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la descripción de realizaciones preferidas que siguen con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se usan números similares para representar elementos similares, y en los que:

la figura 1 es una vista que muestra esquemáticamente la configuración global de un motor de combustión interna que incorpora un aparato de purificación de gas de escape de acuerdo con la invención;

la figura 2 es un gráfico que muestra las regiones de ejecución del primer control y del segundo control en toda la región de funcionamiento del motor de combustión interna;

20 la figura 3 es un gráfico que muestra la región de ejecución del primer control, cambiada en respuesta a un estado pegado temporal de la válvula EGR;

la figura 4 es un diagrama de flujo que muestra el procedimiento para detectar un estado pegado temporal de la válvula EGR;

25 la figura 5 es un diagrama de flujo que muestra el procedimiento para cambiar las regiones de ejecución del primer control y del segundo control; y

la figura 6 es una vista que muestra esquemáticamente un ejemplo de turbocompresor de capacidad variable y de válvula reguladora de escape en el sistema de escape de un motor de combustión interna.

### Descripción detallada de las realizaciones

30 En lo que sigue se describirán realizaciones ilustrativas de la invención con referencia a las figuras 1 a 5. De acuerdo con estas realizaciones ilustrativas, la invención se aplica a un motor de combustión interna de vehículo. La figura 1 muestra la configuración global de un motor de combustión interna 10 que incorpora un aparato de purificación de gas de escape de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención. El motor de combustión interna 10 es un motor diesel dotado de un sistema de inyección de combustible del tipo de conducto de alimentación común y un turbocompresor 11. El motor de combustión interna 10 incluye, como secciones  
35 estructurales principales, un paso de admisión 12, cámaras de combustión 13 y un paso de escape 14.

40 En el paso de admisión 12, que constituye el sistema de admisión del motor de combustión interna 10, hay un caudalímetro de aire 16, un compresor 17 del turbocompresor 11, un enfriador intermedio 18 y una válvula reguladora de admisión 19, dispuestos en este orden en el lado de aguas abajo de un limpiador de aire 15 previsto en el extremo de aguas arriba del paso de admisión 12. El paso de admisión 12 se ramifica en un colector de admisión 20 dispuesto aguas abajo de la válvula reguladora de admisión 19 y conectado con las cámaras de combustión 13 respectivas del motor de combustión interna 10 por medio de aberturas de admisión 21 correspondientes.

45 Por otro lado, en el paso de escape 14, que constituye el sistema de escape del motor de combustión interna 10, aberturas de escape 22 conectadas con las cámaras de combustión 13 respectivas están conectadas con una turbina de escape 24 del turbocompresor 11 por medio de un colector de escape 23. Aguas abajo de la turbina de escape 24 del paso de escape 14, hay un convertidor catalítico de NO<sub>x</sub> 25, un filtro de partículas 26 y un convertidor catalítico de oxidación 27, dispuestos en este orden desde el lado de aguas arriba.

50 El convertidor catalítico de NO<sub>x</sub> 25 lleva un catalizador de NO<sub>x</sub> del tipo de adsorción-reducción. El catalizador adsorbe NO<sub>x</sub> del gas de escape cuando la concentración de oxígeno del gas de escape sea elevada, y libera el NO<sub>x</sub> adsorbido cuando la concentración de oxígeno del gas de escape sea reducida. Además, si en torno al catalizador de NO<sub>x</sub> hay una cantidad suficiente de componentes de combustible sin quemar que sirvan de agente reductor cuando del catalizador de NO<sub>x</sub> sean liberados NO<sub>x</sub>, el catalizador de NO<sub>x</sub> reduce y por tanto elimina los NO<sub>x</sub> liberados.

55 El filtro de partículas 26 está hecho de un material poroso y atrapa partículas del gas de escape que consisten principalmente en hollín. Al igual que el convertidor catalítico de NO<sub>x</sub> 25, el filtro de partículas 26 lleva un catalizador de NO<sub>x</sub> del tipo de adsorción-reducción y elimina NO<sub>x</sub> del gas de escape. Además, las partículas atrapadas por el filtro 26 son quemadas (oxidadas) y por tanto eliminadas merced a reacciones inducidas por el catalizador de NO<sub>x</sub>.

El convertidor catalítico de oxidación 27 está provisto de un catalizador de oxidación. El catalizador de oxidación elimina hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO) por oxidación. Un sensor de temperatura 28 de gas que penetre en el catalizador, destinado a detectar la temperatura del gas de escape que penetre en el filtro de partículas 26, está previsto en el lado de aguas arriba del filtro de partículas 26 en el paso de escape 14, y un sensor de temperatura 29 de gas descargado del catalizador, destinado a detectar la temperatura del gas de escape descargado del filtro de partículas 26, está previsto en el lado de aguas abajo del filtro de partículas 26 en el paso de escape 14. En el paso de escape 14 está previsto también un sensor de presión diferencial 30 que detecta la presión diferencial entre el gas de escape de los lados de aguas arriba y aguas abajo del filtro de partículas 26. Además, en el paso de escape 14 dos sensores de oxígeno 31, 32, destinados a detectar la concentración de oxígeno del gas de escape, están previstos, respectivamente, en el lado de aguas arriba del convertidor catalítico de NO<sub>x</sub> 25 y entre el filtro de partículas 26 y el convertidor catalítico de oxidación 27.

El motor de combustión interna 10 está dotado de un sistema EGR (recirculación de gas de escape) que hace circular parte del gas de escape de vuelta al paso de admisión 12. El sistema EGR presenta un paso EGR 33 que se extiende entre el paso de escape 14 y el paso de admisión 12. El extremo de aguas arriba del paso EGR 33 está conectado con una parte del paso de escape 14 en el lado de aguas arriba de la turbina de escape 24. En el paso EGR 33, están previstos, en el orden que se indica desde el lado de aguas arriba, un catalizador EGR, para reformar el gas de escape hecho recircular, un enfriador EGR 35, para enfriar el gas de escape hecho recircular, y una válvula EGR 36, para ajustar el caudal del gas de escape hecho recircular. El extremo de aguas abajo del paso EGR 33 está conectado con una parte del paso de admisión 12 en el lado de aguas abajo de la válvula reguladora de admisión 19.

En la cámara de combustión 13 de cada cilindro del motor de combustión térmica 10 está previsto un inyector 40 que inyecta combustible que ha de quemarse. Todos los inyectores 40 de los cilindros respectivos están conectados con un conducto de alimentación común 42 por medio de tubos 41 de alimentación de combustible de alta presión correspondientes. El combustible de alta presión es entregado al conducto de alimentación común 42 por una bomba de combustible 43. La presión del combustible de alta presión en el conducto de alimentación común 42 es detectada por un sensor 44 unido con el alojamiento del conducto de alimentación común 42. Además, la bomba de combustible 43 entrega combustible de baja presión a una válvula 46 de alimentación de combustible por medio de un tubo 45 de alimentación de combustible de baja presión.

Una unidad de control electrónico 50 ejecuta diversos controles del motor de combustión interna 10 configurado como ha sido descrito. La unidad de control electrónico 50 consiste en una unidad central de proceso (CPU) que realiza diversos cálculos relacionados con el control del motor, una memoria de solo lectura (ROM) que almacena distintos programas y datos de control del motor, una memoria de acceso aleatorio (RAM) para registrar temporalmente los resultados de cálculos de la CPU o similares, una puerta de entrada por la que la unidad de control electrónico 50 recibe diferentes señales externas, una puerta de salida por la que la unidad de control electrónico 50 emite varias señales externamente, etc.

Además de los sensores anteriores, están conectados con la puerta de entrada de la unidad de control electrónico 50 los sensores que siguen: un sensor NE 51 para detectar la velocidad del motor, un sensor de aceleración 52 para detectar el grado de funcionamiento del pedal acelerador, un sensor 53 de válvula reguladora para detectar el grado de apertura de la válvula reguladora de admisión 19, un sensor de temperatura 54 para detectar la temperatura de admisión del motor de combustión interna 10, un sensor de temperatura 55 para detectar la temperatura de refrigerante del motor de combustión interna 10, un sensor de elevación 56 para detectar si la válvula EGR 36 está abierta, etc. Por otro lado, la válvula reguladora de admisión 19, la válvula EGR 36, los inyectores 40, la bomba de combustible 43, la válvula 46 de alimentación de combustible, etc., están conectados con la puerta de salida de la unidad de control electrónico 50.

La unidad de control electrónico 50 envía señales de control a los circuitos de activación de los componentes respectivos conectados con la puerta de salida de la unidad de control electrónico 50, de acuerdo con el estado de funcionamiento del motor de combustión interna 10, determinado a partir de las señales de detección transmitidas por los sensores respectivos. De acuerdo con lo anterior, la unidad de control electrónico 50 ejecuta distintos controles, tales como el control del grado de apertura de la válvula reguladora de admisión 19, el control EGR basado en el control del grado de apertura de la válvula EGR 36, el control de cantidad, temporización y presión de la inyección de combustible de los inyectores 40 o el control de la válvula 46 de alimentación de combustible.

De acuerdo con la realización ilustrativa que incorpora la configuración precedente se ejecutan distintos procesos de recuperación de la capacidad de purificación de gas de escape del convertidor catalítico de NO<sub>x</sub> 25 y del filtro de partículas 26. Uno de los procesos de recuperación consiste en un proceso de recuperación de filtro que para evitar la obstrucción del convertidor catalítico de NO<sub>x</sub> 25 y del filtro de partículas 26, quema (oxida) y por tanto elimina las partículas acumuladas en ellos. Con el fin de ejecutar el proceso de recuperación de filtro, el convertidor catalítico de NO<sub>x</sub> 25 y el filtro de partículas 26 han de calentarse a temperaturas suficientemente altas. Durante el proceso de recuperación del filtro se ejecuta un control para aumentar la temperatura del gas de escape del motor de combustión interna 10, y se alimentan componentes de combustible sin quemar al catalizador de NO<sub>x</sub> del convertidor catalítico de NO<sub>x</sub> 25 y al catalizador de NO<sub>x</sub> del filtro de partículas 26 de modo que las temperaturas de lecho de los catalizadores de NO<sub>x</sub> respectivos alcancen valores previstos (por ejemplo, entre 600 y 700°C). En ese momento, el

suministro de los componentes de combustible no quemado a los catalizadores de NO<sub>x</sub> se realiza, por ejemplo, alimentando combustible, mediante la válvula 46 de alimentación de combustible, en el gas de escape.

De acuerdo con esta realización ilustrativa, el proceso de recuperación del filtro es iniciado cuando se dan una o más condiciones definidas, por ejemplo, cuando se determina que un filtro de partículas 26 está obstruido porque la cantidad de partículas acumuladas en el sistema de escape, estimada a partir del estado de funcionamiento del motor de combustión interna 10, ha alcanzado un límite admisible. Cuando la cantidad de partículas acumuladas ha disminuido a un valor determinado, por ejemplo, cero, por efecto del proceso de recuperación del filtro, se determina que el proceso de recuperación del filtro se ha realizado y se concluye.

A continuación se describirá el control de aumento de temperatura de gas de escape precedente ejecutado para recuperar el filtro. El control de aumento de temperatura de gas de escape puede aumentar la temperatura del gas de escape del motor de combustión interna 10 merced al uso de un componente movable en el motor de combustión interna 10 cuyo funcionamiento influya en la temperatura del gas de escape. En esta realización ilustrativa el componente movable es la válvula EGR 36. Esto es, el control de aumento de temperatura de gas de escape aumenta la temperatura del gas de escape por aumento de la cantidad de gas de escape hecho recircular merced a la apertura de la válvula EGR 36 en grado superior al estado normal.

La razón por la que la temperatura del gas de escape puede aumentarse cuando se aumenta la cantidad de gas de escape hecho recircular radica en el hecho de que se reduce la cantidad de aire de admisión hecho penetrar en el paso de admisión 12 y se reduce la cantidad de gas de escape descargado por el paso de escape 14. Esto es, cuando se aumenta la cantidad de gas de escape hecho recircular disminuye la cantidad de gas de escape que después de absorber el calor generado por la combustión de combustible en cada cámara de combustión 13 penetra en la parte del paso de escape 14 aguas abajo de la entrada del paso EGR 33, y por tanto aumenta la cantidad de calor absorbido por unidad de volumen de gas. En consecuencia, la temperatura del gas de escape que penetra en la parte del paso de escape 14 aguas abajo de la entrada del paso EGR 33 aumenta de modo consiguiente.

Aumentar la temperatura del gas de escape merced a la apertura de la válvula EGR 36 en grado superior al estado normal durante el control de aumento de temperatura del gas de escape es preferible porque además se reduce la cantidad de NO<sub>x</sub> emitidos por el motor de combustión interna 10. Sin embargo, abrir la válvula EGR 36 en grado superior al estado normal no es la mejor manera de aumentar la temperatura del gas de escape en toda la región de funcionamiento del motor de combustión interna 10 durante el control de aumento de temperatura del gas de escape. Esto quiere decir que la región de funcionamiento del motor en que la temperatura del gas de escape puede ser aumentada de manera eficaz merced a la apertura de la válvula EGR 36 en grado superior al estado normal es limitada. Más específicamente, si la válvula de EGR 36 se abre en grado superior al estado normal en regiones de carga baja de motor, tales como la región A de la figura 2, la temperatura del gas de escape no aumenta mucho.

En regiones de carga baja de motor, la cantidad de combustible quemado en cada cámara de combustión 13 es relativamente pequeña y por tanto la cantidad de calor aplicado al gas que pase por cada cámara de combustión 13 también es pequeña y el caudal de gas de escape del motor de combustión interna 10 también es pequeño. Si la válvula EGR 36 está abierta o se abre adicionalmente en este estado, el gas de escape hecho recircular por el paso EGR 33 es enfriado durante su proceso de recirculación y entonces enfría el gas que pase por cada cámara de combustión 13. Esto hace que sea más difícil aumentar la temperatura del gas de escape que penetre en la parte del paso de escape 14 aguas abajo de la entrada del paso EGR 33. Este fenómeno, en particular, empeora en caso de que exista un enfriador EGR 35 en el paso EGR 33 y el gas de escape que fluya en el paso EGR 33 sea enfriado de manera eficaz por el enfriador EGR 35.

Teniendo en cuenta el efecto descrito, de acuerdo con esta realización ilustrativa, durante el control de temperatura de gas de escape se aumenta la temperatura del gas de escape sin abrir la válvula EGR 36 en grado superior al estado normal en una región de carga baja de motor, y se aumenta la temperatura de gas de escape merced a la apertura de la válvula EGR 36 en grado superior al estado normal en una región de carga de motor en el lado de carga alta de la región de carga baja de motor, como sigue. El control de aumento de temperatura de gas de escape es conmutado entre un primer control, ejecutado en la región A de la figura 2, que aumenta la temperatura del gas de escape sin usar la válvula EGR 36, y un segundo control ejecutado en la región B en el lado de carga alta de motor de la región A, que aumenta la temperatura del gas de escape merced a la apertura de la válvula EGR 36 en grado superior al estado normal. Por tanto, el control de aumento de temperatura del gas de escape es conmutado entre el primer control y el segundo control y la temperatura del gas de escape del motor de combustión interna 10 puede ser aumentada de manera eficaz.

El control de aumento de temperatura de gas de escape aumenta la temperatura del gas de escape merced a la apertura de la válvula reguladora de admisión 19 en grado inferior al estado normal y a la ejecución de una postinyección de cada inyector 40 que siga a la inyección principal en la cámara de combustión 13, y también merced a la apertura de la válvula EGR 36 en grado superior al estado normal como se ha descrito antes. Específicamente, durante el primer control la temperatura del gas de escape es aumentada merced a la apertura de la válvula reguladora de admisión 19 en grado inferior al estado normal y a la ejecución de la postinyección de cada inyector 40 mientras se mantiene la válvula EGR completamente cerrada (desactivada) para impedir la recirculación de gas de escape. Por otra parte, durante el segundo control la temperatura del gas de escape es aumentada merced a la apertura de la válvula EGR 36 en grado superior al estado normal, a la apertura de la válvula reguladora

de admisión 19 en grado inferior al estado normal y a la ejecución de la postinyección de cada inyector 40, como en el primer control descrito antes.

La razón por la que la temperatura del gas de escape puede aumentarse merced a la apertura de la válvula reguladora de admisión en grado inferior al estado normal y a la ejecución de la postinyección de cada inyector 40 se explica a continuación. En primer lugar, cuando la válvula reguladora de admisión 19 está abierta en grado inferior al estado normal, la resistencia en contra del aire de admisión hecho penetrar en el motor de combustión interna 10 aumenta de modo consiguiente. Con el fin de conseguir la potencia de motor requerida en este estado se aumenta la cantidad de combustible inyectado por cada inyector 40 en la cámara de combustión 13 durante la inyección principal de combustible. En consecuencia, la cantidad de combustible quemado en cada cámara de combustión 13 aumenta, lo que tiende a aumentar la temperatura del gas de escape. Después, cuando es ejecutada la postinyección de cada inyector 40 la combustión de combustible en cada cámara 13 es retardada en la medida que corresponda a la postinyección. Este retardo hace que gas de la cámara de combustión 13 sea descargado en el paso de escape 14 a temperatura todavía elevada y cause un aumento de la temperatura del gas de escape.

Existe la posibilidad de que la válvula EGR 36 esté pegada temporalmente en la posición desactivada (posición de cierre completo), por ejemplo, congelada cuando el motor de combustión interna 10 esté apagado a baja temperatura. En este caso, aun cuando la región de control de aumento de temperatura de gas de escape corresponda al segundo control en respuesta a un funcionamiento de motor que penetre en la región B de la figura 2, la válvula EGR 36 no puede abrirse en grado superior al estado normal para aumentar la temperatura del gas de escape. En tal caso, aun cuando la válvula reguladora de admisión 19 esté abierta en grado inferior al estado normal y sea ejecutada la postinyección de cada inyector 40, la temperatura del gas de escape no puede ser aumentada hasta el nivel necesario para quemar las partículas acumuladas en el sistema de escape del motor de combustión interna 10, y por tanto el proceso de recuperación de filtro no puede ser realizado debidamente. De ese modo, la capacidad de atrapar partículas del filtro de partículas 26 no puede ser recuperada, lo que da lugar a una eliminación de partículas de gas de escape inadecuada e incluso a fallos o funcionamiento defectuoso por acumulación excesiva de partículas en el filtro de partículas 26.

Para evitar lo anterior, de acuerdo con esta realización ilustrativa, cuando la válvula EGR 36 esté pegada temporalmente en posición de cierre completo, la región de funcionamiento de motor en la que haya de ejecutarse el primer control (denominada en adelante "región de ejecución del primer control") se extiende en dirección a la región de funcionamiento de motor en la que haya de ejecutarse el segundo control (denominada en adelante "región de ejecución del segundo control"), de manera que la región de ejecución del segundo control se reduzca.

De modo más específico, cuando la válvula EGR 36 se encuentre pegada temporalmente en la posición de cierre completo, la región de ejecución del segundo control es convertida en región de ejecución del primer control. Por tanto, cuando la válvula 36 esté pegada temporalmente se ejecuta el primer control en la región B y en la región A de la figura 2. Es decir, la región de ejecución del primer control se extiende para formar la región C (región A + región B) de la figura 3, de manera que la región de ejecución del segundo control desaparezca.

En la región C, solo se ejecutan el control para hacer el grado de apertura de la válvula reguladora de admisión 19 inferior al estado normal y las postinyecciones de los inyectores 40, de manera que la temperatura del gas de escape aumente del modo requerido para conseguir el proceso de recuperación del filtro. Así, en la parte de la región C de la figura 3 que corresponde a la región B de la figura 2, el control para hacer el grado de apertura de la válvula reguladora de admisión 19 inferior al estado normal y las post-inyecciones de los inyectores 40 respectivos se realizan de manera que la temperatura del gas de escape sea aumentada más que durante el segundo control. Específicamente, en este caso, en comparación con el segundo control, el grado de apertura de la válvula reguladora de admisión 19 se reduce y la cantidad de combustible inyectado por cada inyector 40 durante la postinyección se aumenta, mientras que el momento de la inyección de combustible se retarda.

De acuerdo con la realización ilustrativa, en consecuencia, cuando la válvula EGR 36 esté pegada temporalmente en la posición de cierre completo, se ejecuta el primer control en vez del segundo control en la región B en que el segundo control es normalmente ejecutado, de manera que la temperatura de gas de escape aumente del modo necesario para conseguir el proceso de recuperación de filtro. Esta realización ilustrativa, por tanto, minimiza la posibilidad del problema de que sea ejecutado el segundo control a pesar de que la válvula EGR 36 esté pegada en la posición de cierre completo y el control de aumento de temperatura de gas de escape no aumente la temperatura del gas de escape del modo necesario para realizar el proceso de recuperación de filtro.

Una válvula EGR 36 pegada temporalmente en la posición de cierre completo influye en algunos procesos de recuperación de capacidad de purificación de gas de escape del convertidor catalítico de  $\text{NO}_x$  25 y del filtro de partículas 26, tales como el proceso de reducción de  $\text{NO}_x$  y el proceso de recuperación de envenenamiento por azufre del catalizador de  $\text{NO}_x$  del convertidor catalítico de  $\text{NO}_x$  25 y del catalizador de  $\text{NO}_x$  del filtro de partículas 26, y también en el proceso de recuperación de filtro precedente. Por tanto, cuando la válvula EGR 36 esté pegada temporalmente en la posición de cierre completo, por ejemplo, el proceso de reducción de  $\text{NO}_x$  de los catalizadores de  $\text{NO}_x$  se conmuta y se impide la ejecución del proceso de recuperación de envenenamiento por azufre de los catalizadores de  $\text{NO}_x$ , de acuerdo con el estado de la válvula EGR 36.

A continuación se describirá, con referencia al diagrama de flujo de la figura 4, una rutina de diagnóstico para detectar si la válvula EGR 36 está pegada temporalmente en la posición de cierre completo. Esta rutina de

diagnóstico es ejecutada de manera periódica por la unidad de control electrónico 50, por ejemplo, como interrupción a intervalos de tiempo determinados.

De acuerdo con esta rutina, la unidad de control electrónico 50 determina: si hay una orden de abrir una válvula, que es una orden de apertura de una válvula EGR 36 desactivada (cerrada completamente), emitida en ese momento (etapa 101); si la válvula EGR 36 presenta un fallo de apertura (etapa 102); y la posible formación de hielo en la válvula EGR 36 en ese momento (etapa 103). La determinación de la etapa 102 se basa en las señales de detección del sensor de elevación 56 y la determinación de la etapa 103 se basa en la detección de señales del sensor de temperatura de refrigerante 55, del sensor de temperatura de admisión 54 y de otros sensores (sensor de velocidad de vehículo, sensor de humedad, etc.). Por ejemplo, puede formarse hielo en la válvula EGR 36 si la temperatura del refrigerante y la temperatura de admisión son bajas o si la válvula EGR 36 está expuesta a viento contrario de baja temperatura cuando la temperatura de admisión sea baja y la velocidad del vehículo sea alta.

“SÍ” en la etapa 101 y “NO” en la etapa 102 indican que en ese momento la válvula EGR 36 está abierta del modo requerido por la orden de apertura de válvula. En este caso se determina que la válvula 36 no presenta anomalías y un símbolo F que indica si la válvula EGR 36 está pegada en ese momento en la posición de cierre completo por formación de hielo se ajusta a “0”, lo que significa que la válvula EGR 36 no está pegada en la posición de cierre completo por formación de hielo (etapa 104). “SÍ” en la etapa 102 indica que la válvula EGR 36 no está abierta a pesar de la orden de apertura. En este caso, “SÍ” en la etapa 103 significa que la válvula EGR 36 está pegada temporalmente (por ejemplo, congelada) en la posición de cierre completo, y el símbolo F se ajusta a “1”, lo que indica que la válvula EGR 36 está pegada en ese momento (por ejemplo, congelada) en la posición de cierre completo (etapa 105). Por otro lado, “NO” en la etapa 103 indica alta probabilidad de la existencia de alguna anomalía, tal como un estado pegado no temporal de la válvula EGR 36, a diferencia de uno temporal por congelación, por ejemplo. En este caso, por tanto, se determina que existe una anomalía no temporal (etapa 106).

En esta rutina de diagnóstico, el acto de ajustar el símbolo F a “1” (válvula EGR 36 pegada en la posición de cierre completo por formación de hielo) equivale a la detección de un estado pegado temporal de la válvula EGR 36, tal como congelada en la posición de cierre completo. Además, si la válvula EGR 36 es liberada del estado pegado temporal (por ejemplo, estado congelado temporal) por el calor generado por el motor de combustión interna 10 una vez que el símbolo F haya sido ajustado a “1” (válvula EGR 36 pegada en posición de cierre completo por formación de hielo), se reanuda el funcionamiento normal de la válvula EGR 36 y por tanto se obtiene “SÍ” en la etapa 102. En consecuencia, el símbolo F es ajustado a “0” (válvula EGR 36 no está pegada en la posición de cierre completo por formación de hielo) en la etapa 104.

A continuación se describirá una rutina de cambio de región de ejecución de los controles primero y segundo del control de aumento de temperatura del gas de escape con referencia al diagrama de flujo de la figura 5. Esta rutina es ejecutada de manera periódica por la unidad de control electrónico 50, por ejemplo, como interrupción a intervalos de tiempo determinados.

De acuerdo con esta rutina, si el control de aumento de temperatura de gas de escape está en marcha (etapa 201: SÍ), la unidad de control electrónico 50 determina si el símbolo F está ajustado a “1” en ese momento (válvula EGR 36 pegada en posición de cierre completo por formación de hielo), en otros términos, si en ese momento se detecta un estado pegado temporal de la válvula EGR 36 en la posición de cierre completo (etapa 202).

Si la respuesta es “NO” en la etapa 202, las regiones de ejecución del primer control y del segundo control se establecen en las regiones de ejecución normal (etapa 203). De modo más específico, la región de ejecución del primer control se establece en la región A y la región de ejecución del segundo control se establece a la región B de la figura 2. Por otro lado, si la respuesta es “SÍ” en la etapa 202, las regiones de ejecución del primer control y del segundo control se cambian de manera que la región de ejecución del primer control sea extendida y la región de ejecución del segundo control sea reducida (etapa 204). De modo más específico, en este momento, la región de ejecución del primer control se extiende en la región C de la figura 3, que comprende las regiones A y B de la figura 2 y excluye la región de ejecución del segundo control.

Una vez cambiadas las regiones de ejecución del primer control y del segundo control del modo descrito, si la válvula EGR 36 es liberada del estado pegado (congelado) temporal a causa del calor generado por el motor de combustión interna 10, o similar, el símbolo F se ajusta entonces a “0” (válvula EGR 36 no está pegada en la posición de cierre completo por formación de hielo). De modo consiguiente, en la etapa 203 las regiones de ejecución del primer control y del segundo control que habían sido cambiadas como se ha descrito, se cambian a su estado anterior de regiones de ejecución normal de la figura 2.

Cuando las regiones de ejecución del primer control y del segundo control son cambiadas (etapa 204), los parámetros relacionados con el control del motor de combustión interna 10 del control de aumento de temperatura de gas de escape se ajustan a valores adecuados al estado pegado temporal de la válvula EGR 36. Estos parámetros incluyen, por ejemplo, cantidades y temporizaciones de inyecciones de combustible, a saber, inyecciones principales, inyecciones piloto y postinyecciones de los inyectores 40 respectivos, y la presión del combustible de alta presión del conducto de alimentación común 42 (presión de conducto de alimentación).

La realización ilustrativa descrita proporciona las ventajas siguientes.

(Primera ventaja) En caso de que la válvula EGR 36 esté pegada temporalmente en la posición de cierre completo, la región de ejecución del control de aumento de temperatura del gas de escape del proceso de recuperación de filtro se asigna al primer control, en vez de al segundo control, en la región en que se ejecuta normalmente el segundo control (región B de la figura 2), y por tanto la temperatura del gas de escape se aumenta merced al primer control. Así, el segundo control no se ejecuta cuando la válvula EGR 36 esté pegada temporalmente en la posición de cierre completo, lo que minimiza la posibilidad del problema de que al realizarse el proceso de recuperación de filtro se ejecute el segundo control a pesar de que la válvula EGR esté pegada en la posición de cierre completo, provocando que el control de aumento de temperatura de gas de escape no aumente la temperatura del gas de escape del modo requerido para realizar el proceso de recuperación de filtro.

(Segunda ventaja) En caso de que la válvula EGR 36 no esté pegada temporalmente en la posición de cierre completo, el control de aumento de temperatura de gas de escape aumenta la temperatura del gas de escape merced a la apertura de la válvula EGR 36 en grado superior al estado normal en la región B de la figura 2. De ese modo es posible reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> y recuperar la capacidad del filtro.

(Tercera ventaja) Cuando la válvula EGR 36 haya sido liberada del estado pegado temporal, las regiones de ejecución del primer control y del segundo control cambiadas (figura 3) se cambian a su estado anterior de regiones de ejecución normal (figura 2). Esto quiere decir que las regiones de ejecución del primer control y del segundo control se cambian solamente cuando la válvula EGR esté pegada temporalmente, por lo que los efectos negativos del cambio de las regiones de ejecución se minimizan. Uno de los efectos negativos es el siguiente. Como la válvula EGR 36 se mantiene completamente cerrada también en la región B durante el control de aumento de temperatura de gas de escape si las regiones de ejecución se cambian del modo descrito, la recirculación de gas de escape del sistema EGR no se realiza en la región B, y por tanto el efecto de reducción de emisiones de NO<sub>x</sub> del motor de combustión interna 10 se reduce de modo consiguiente.

(Cuarta ventaja): Con el fin de mantener la capacidad de atrapar partículas del filtro de partículas 26 en medida suficiente al evitar anomalías del filtro 26 que puedan presentarse cuando una cantidad excesiva de partículas se acumule en el filtro de partículas 26, el proceso de recuperación de filtro se ejecuta de modo preferido, en la medida de lo posible, aun cuando la válvula EGR 36 esté pegada temporalmente en la posición de cierre completo. Por tanto, cuando la válvula EGR 36 esté pegada temporalmente en la posición de cierre completo, al cambiar las regiones de ejecución del primer control y del segundo control como se ha descrito en relación con la primera ventaja, puede aumentarse la temperatura de gas de escape merced al control de temperatura de gas de escape del modo requerido para realizar el proceso de recuperación de filtro. En consecuencia, incluso en caso de que la válvula EGR 36 esté pegada temporalmente en la posición de cierre completo, el proceso de recuperación de filtro puede ejecutarse apropiadamente evitándose anomalías del filtro de partículas 26 que de otro modo pudieran presentarse por acumulación excesiva de partículas en el filtro de partículas 26, y por tanto puede mantenerse una capacidad suficiente de atrapar partículas del filtro de partículas 26.

(Quinta ventaja): En caso de que la región de ejecución del primer control haya sido convertida en la región C de la figura 3 al ser extendida en dirección a la región de ejecución del segundo control en respuesta a un estado pegado temporal de la válvula EGR 36, en la parte extendida de la región C que corresponda a la región B de la figura 2, el control del grado de apertura de la válvula reguladora de admisión 19 descrito en lo que antecede y las postinyecciones se ejecutan de manera que la temperatura de gas de escape se aumente más que durante el segundo control. De esa manera la temperatura de gas de escape puede aumentarse con certeza en la parte extendida de la región de ejecución del primer control sin abrir la válvula EGR 36 en grado superior al estado normal.

El aparato de purificación de gas de escape de la realización ilustrativa precedente puede modificarse del modo que sigue.

(a) Las regiones de ejecución del primer control y del segundo control no se cambian necesariamente a su estado anterior de regiones de ejecución normal cuando la válvula EGR 36 sea liberada de un estado pegado temporal.

(b) El aparato de purificación de gas de escape de la realización ilustrativa precedente puede preverse de manera que la región en que el segundo control es ejecutado normalmente no se convierta en región de ejecución del primer control en caso de un estado pegado temporal de la válvula EGR 36. Por ejemplo, puede cambiarse en región de ejecución del primer control solo una parte del lado de carga baja de motor de la región en que el segundo control es ejecutado normalmente. En este caso, cuando la válvula EGR 36 se encuentre en estado pegado temporal, aun cuando la región de ejecución del primer control sea extendida en dirección a la región de ejecución del segundo control, el segundo control se ejecuta todavía en una parte del lado de carga alta de motor de la región en que el segundo control se ejecuta normalmente. Al cambiar así las regiones de ejecución del primer control y del segundo control, puede evitarse la ejecución del segundo control cuando la válvula EGR 36 esté pegada temporalmente en la posición de cierre completo, y esto minimiza la posibilidad de que el control de temperatura de gas de escape no aumente apropiadamente la temperatura del gas de escape porque se ejecute el segundo control a pesar de que la válvula EGR 36 esté pegada temporalmente en la posición de cierre completo.

(c) En caso de que el sistema de escape del motor de combustión interna 10 incluya un turbocompresor de capacidad variable 61 y una válvula reguladora de escape 62 como muestra la figura 6, el aparato de purificación de gas de escape de la realización ilustrativa precedente puede preverse de manera que el control de aumento de temperatura de gas de escape aumente la temperatura del gas de escape merced al control de la capacidad del

turbocompresor de capacidad variable 61 y a la apertura de la válvula reguladora de escape 62 en grado inferior al estado normal. Debe señalarse que la capacidad del turbocompresor de capacidad variable 61 puede ser controlada merced al control para hacer el grado de apertura de una tobera variable 61a, prevista en una turbina de escape 61b, inferior al estado normal.

5 La razón por la que la temperatura del gas de escape puede aumentarse merced a tal control de los grados de  
apertura de la tobera variable 61a y de la válvula reguladora de escape 62 es la misma que la razón antes  
mencionada por la que la temperatura del gas de escape puede aumentarse merced a la apertura de la válvula  
reguladora de admisión 19 en grado inferior al estado normal. Debe hacerse notar que tales controles de los grados  
de apertura de la tobera variable 61a y de la válvula reguladora de escape 62 se ejecutan mediante la unidad de  
10 control electrónico 50.

(d) Aunque el aparato de purificación de gas de escape de la realización ilustrativa precedente ha sido aplicado al  
control de aumento de temperatura de gas de escape de un proceso de recuperación de filtro, puede aplicarse  
alternativamente, por ejemplo, a procesos de reducción de NO<sub>x</sub> o al proceso de recuperación de envenenamiento  
por azufre de catalizadores de NO<sub>x</sub>. En este caso, la válvula EGR 36 no se usa necesariamente como componente  
15 móvil equipado con una parte móvil destinado a aumentar la temperatura de gas de escape, pudiendo usarse  
para este fin, por ejemplo, la válvula reguladora de admisión 19, la tobera variable 61a del turbocompresor de  
capacidad variable 61 o la válvula reguladora de escape 62.

(e) Aunque el filtro de partículas 26 de la realización ilustrativa precedente lleve catalizador de NO<sub>x</sub>, puede usarse  
alternativamente un filtro de partículas sin catalizador de NO<sub>x</sub>.

20 (e) Aun cuando la invención haya sido descrita con referencia a realizaciones ilustrativas de la misma, debe  
entenderse que está limitada solamente por las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato de purificación de gas de escape para un motor de combustión interna (10) dotado de un componente  
 5      movible, hecho funcionar durante el funcionamiento del motor de combustión interna (10), cuyo funcionamiento hace  
 cambiar la temperatura del gas de escape del motor de combustión interna, estando destinado el aparato de  
 purificación de gas de escape a ejecutar un control de aumento de temperatura de gas de escape para aumentar la  
 temperatura del gas de escape del motor de combustión interna (10) durante un proceso de recuperación de la  
 capacidad de purificación de un dispositivo de purificación de gas de escape, comprendiendo el aparato de  
 purificación de gas de escape:
- medios de conmutación para conmutar el control de aumento de temperatura del gas de escape, de acuerdo con  
 10     una región de funcionamiento de motor, entre un primer control por el que la temperatura del gas de escape es  
 aumentada sin hacer funcionar el componente movible y un segundo control por el que la temperatura de gas de  
 escape es aumentada haciendo funcionar el componente movible;
- medios de detección para detectar un estado pegado temporal del componente movible; y
- medios de control para extender, cuando sea detectado un estado pegado temporal del componente movible, una  
 15     región de ejecución del primer control en dirección a una región de ejecución del segundo control en toda la región  
 de funcionamiento del motor de combustión interna (10), de manera que la región de ejecución del segundo control  
 se reduzca.
2. El aparato de purificación de gas de escape de acuerdo con la reivindicación 1, en el que
- cuando el componente movible se encuentre en estado pegado temporal, los medios de control convierten toda la  
 20     región de ejecución del segundo control en una región de ejecución del primer control.
3. El aparato de purificación de gas de escape de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que
- cuando el componente movible sea liberado del estado pegado temporal, los medios de control cambian las  
 regiones de ejecución del primer control y del segundo control a su estado anterior de regiones de ejecución usadas  
 cuando el componente movible no se encuentra en estado pegado temporal.
4. El aparato de purificación de gas de escape de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que
- cuando el componente movible sea liberado del estado pegado temporal, los medios de control extienden la región  
 25     de ejecución del segundo control en dirección a la región de ejecución del primer control, de manera que la región de  
 ejecución del primer control se reduzca.
5. El aparato de purificación de gas de escape de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que
- 30     el componente movible es al menos una válvula reguladora de admisión (19), una válvula EGR (36) o una tobera  
 variable (61a) de un turbocompresor de capacidad variable (61).
6. El aparato de purificación de gas de escape de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que
- el componente movible consiste en una válvula EGR (36),
- 35     el control de aumento de temperatura de gas de escape es ejecutado con el fin de quemar y por tanto eliminar  
 partículas acumuladas en un filtro (26) previsto en el sistema de escape del motor de combustión interna (10) para  
 atrapar partículas, y
- cuando la válvula EGR (36) no se encuentre en estado pegado temporal, los medios de conmutación asignan el  
 control de aumento de temperatura de gas de escape de una región de carga baja de motor al primer control, en el  
 40     que la temperatura del gas de escape se aumenta mientras se mantiene la válvula EGR (36) completamente  
 cerrada, y asigna el control de temperatura de gas de escape de una región de carga de motor del lado de carga alta  
 de motor de la región de carga baja de motor al segundo control, en que la temperatura del gas de escape es  
 aumentada merced a la apertura de la válvula EGR (36) en grado superior al estado normal.
7. El aparato de purificación de gas de escape de acuerdo con la reivindicación 6, en el que
- el filtro (26) para atrapar partículas lleva un catalizador de NO<sub>x</sub>.
- 45     8. El aparato de purificación de gas de escape de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que
- el control de aumento de temperatura de gas de escape incluye al menos: un control del grado de apertura de una  
 válvula reguladora de admisión (19); un control del grado de apertura de una válvula reguladora de escape (62); la  
 ejecución de una postinyección que en la cámara de combustión (13) siga a la inyección principal; un control de  
 cantidades y temporizaciones de inyecciones de combustible en la cámara de combustión (13), a saber, la inyección  
 50     principal, la inyección piloto y la postinyección; un control de alta presión de combustible en el conducto de  
 alimentación común (42) o un control de la capacidad de un turbocompresor de capacidad variable (61), y
- cuando la región de ejecución del primer control sea extendida, en la parte extendida de la región de ejecución del  
 primer control se incluye al menos: el control del grado de apertura de la válvula reguladora de admisión (19); el

- control del grado de apertura de la válvula reguladora de escape (62); la ejecución de la post-inyección; el control de cantidades y temporizaciones de inyecciones de combustible en la cámara de combustión (13), a saber, la inyección principal, la inyección piloto y la postinyección; el control de alta presión del combustible en el conducto de alimentación común 42 o el control de la capacidad del turbocompresor de capacidad variable (61); realizados también durante el segundo control, son realizados en este caso de manera que la temperatura del gas de escape se aumente más que durante el segundo control.
- 5
9. El aparato de purificación de gas de escape de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el componente móvil es al menos una válvula reguladora de admisión (19), una válvula EGR (36), una tobera variable (61a) de un turbocompresor de capacidad variable (61) o una válvula reguladora de escape (62), y
- 10 el control de aumento de temperatura de gas de escape es ejecutado de manera que se realice un proceso de reducción de NO<sub>x</sub> o un proceso de recuperación de envenenamiento por azufre de un catalizador de NO<sub>x</sub> previsto en el sistema de escape de un motor de combustión interna (10).
10. Un método de purificación de gas de escape para un motor de combustión interna (10) dotado de un componente móvil, hecho funcionar durante el funcionamiento del motor de combustión interna (10), cuyo funcionamiento hace cambiar la temperatura del gas de escape del motor de combustión interna, en el que
- 15 se ejecuta un control de aumento de temperatura de gas de escape destinado a aumentar la temperatura del gas de escape del motor de combustión interna (10) durante un proceso para recuperar la capacidad de purificación de un dispositivo de purificación de gas de escape, comprendiendo el método de purificación de gas de escape:
- 20 conmutar el control de aumento de temperatura de gas de escape de acuerdo con una región de funcionamiento de motor entre un primer control en el que la temperatura del gas de escape es aumentada sin hacer funcionar el componente móvil y un segundo control en el que la temperatura del gas de escape es aumentada haciendo funcionar el componente móvil;
- detectar un estado pegado temporal del componente móvil; y
- 25 extender, cuando un estado pegado temporal del componente móvil sea detectado, una región de ejecución del primer control en dirección a una región de ejecución del segundo control en toda la región de funcionamiento del motor de combustión interna (10), de manera que la región de ejecución del segundo control se reduzca.

FIG. 1

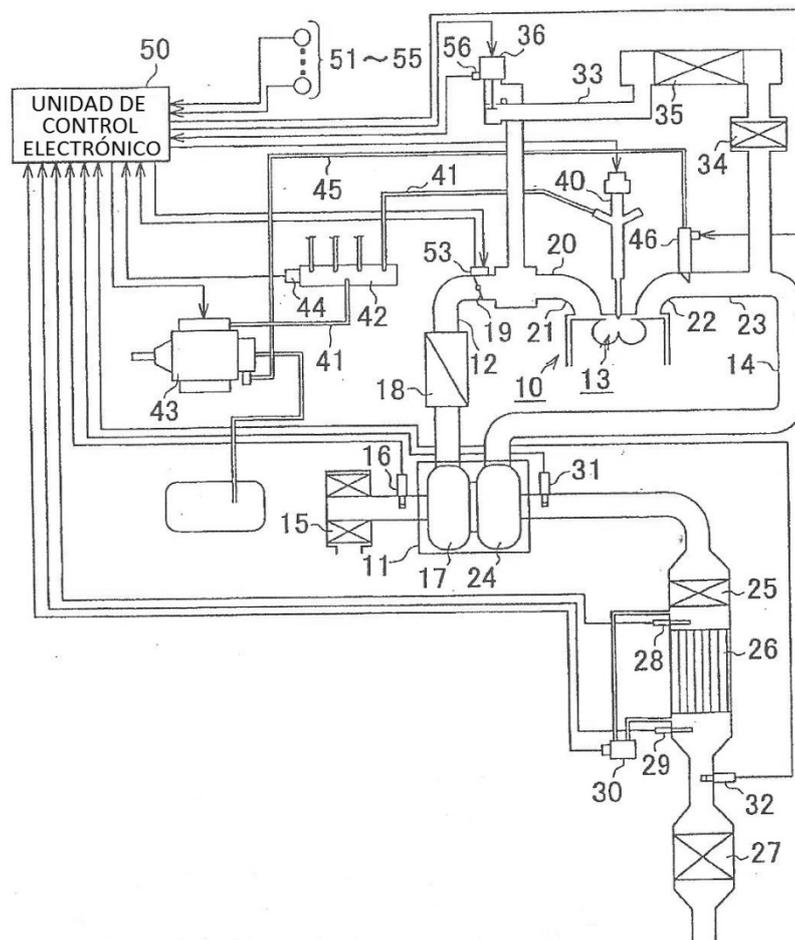


FIG. 2

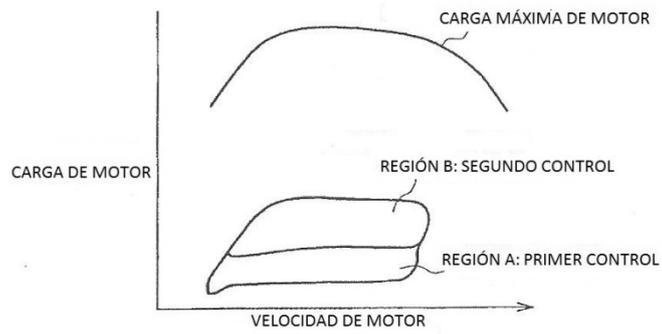


FIG. 3

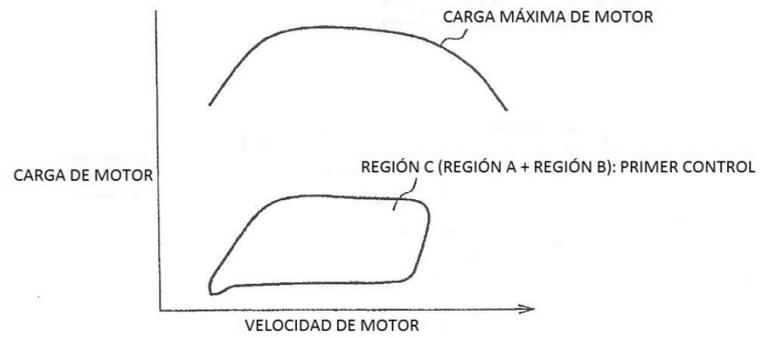


FIG. 4

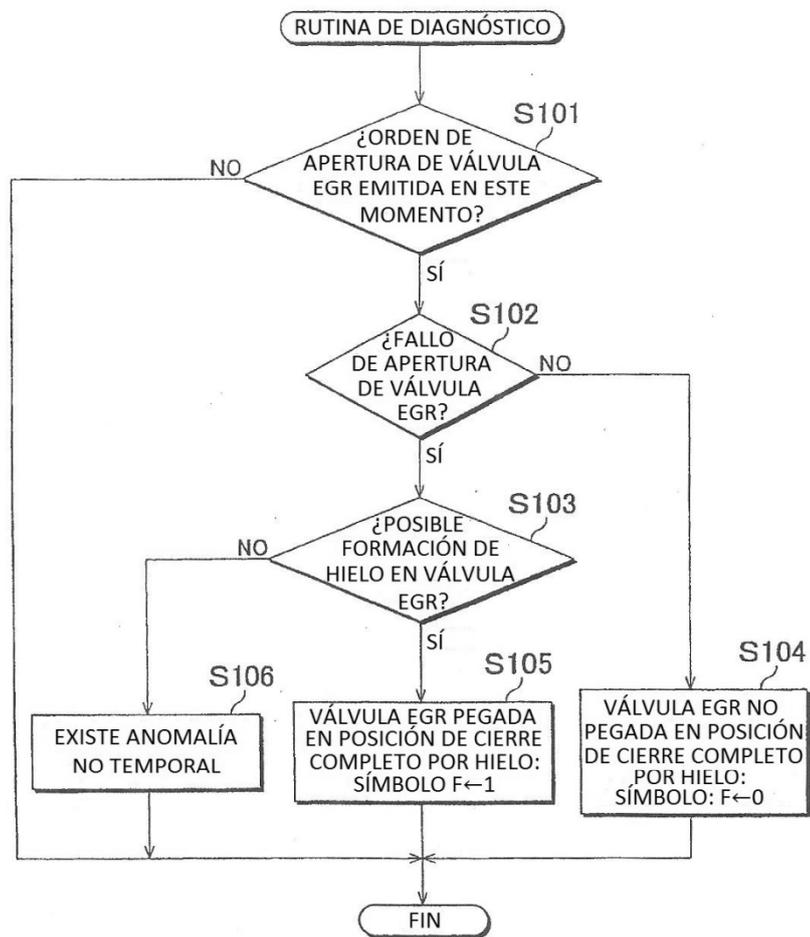


FIG. 5

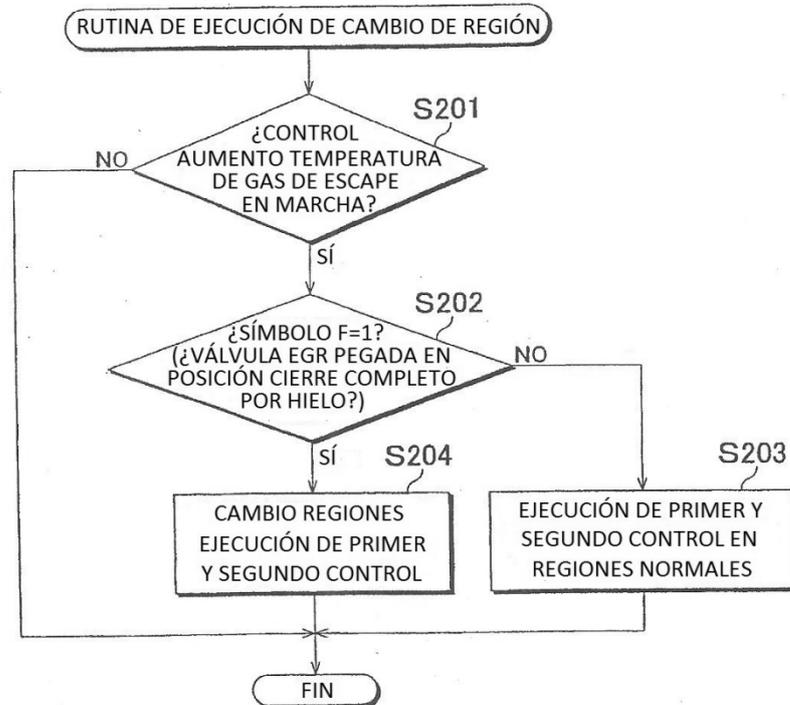


FIG. 6

