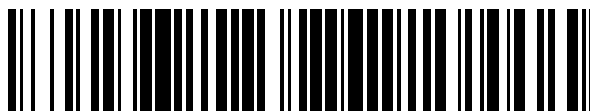


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 538**

51 Int. Cl.:
F01N 3/20 (2006.01)
F01N 3/035 (2006.01)
F01N 3/025 (2006.01)
F01N 9/00 (2006.01)
F02D 41/02 (2006.01)
F01N 3/08 (2006.01)
F01N 3/023 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04021627 .7**
96 Fecha de presentación: **10.09.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1515017**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2005**

54 Título: **Aparato de control de catalizador de motor de combustión interna**

30 Prioridad:
12.09.2003 JP 2003321876

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.04.2012

73 Titular/es:
**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA
1, TOYOTA-CHO
TOYOTA-SHI, AICHI-KEN, 471-8571, JP y
KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI**

72 Inventor/es:
**Otsubo, Yasuhiko;
Kato, Hidenaga y
Yamada, Masaru**

74 Agente/Representante:
Zuazo Araluze, Alexander

ES 2 378 538 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 de catalizador de motor de combustión interna

- 5 La presente invención se refiere a un aparato de control de catalizador de un motor de combustión interna que añade combustible a gas de escape desde una válvula de adición de combustible prevista en un sistema de escape del motor de combustión interna, oxidando de ese modo el combustible en un catalizador de purificación de escape ubicado en una sección aguas abajo de modo que se aumente la temperatura de lecho de catalizador.
- 10 Se conoce en la técnica un aparato de purificación de escape que tiene un catalizador de purificación de escape tal como un catalizador de oclusión-reducción de NOx en un sistema de escape de un motor de combustión interna para purificar NOx en el gas de escape.
- 15 Un catalizador de purificación de escape de este tipo se envenena con componente de azufre contenido en el combustible, lo que degrada la capacidad de oclusión y la capacidad de reducción de NOx. Para restaurar la capacidad del catalizador desde el estado envenenado con azufre, es necesario que el azufre se emita desde el catalizador aumentando la temperatura de lecho de catalizador y haciendo que la relación aire-combustible esté en un nivel que es ligeramente inferior a la relación aire-combustible estequiométrica.
- 20 Además, se conoce en la técnica un aparato que tiene un catalizador de purificación de escape de tipo filtro para atrapar materia particulada en el gas de escape. En un aparato de este tipo, después de que se deposita una determinada cantidad de materia particulada, es necesario que la materia particulada se oxide y se elimine aumentando la temperatura de lecho de catalizador a una relación aire-combustible que es mayor que la relación aire-combustible estequiométrica.
- 25 Para aumentar una temperatura de lecho de catalizador, es necesario ejecutar un control en el que se añade combustible al gas de escape para oxidar el combustible en una parte de catalizador de purificación de escape, produciendo de ese modo calor para aumentar la temperatura de lecho de catalizador.
- 30 Cuando se aumenta una temperatura de lecho de catalizador de esta manera, la temperatura de lecho de catalizador debe controlarse con precisión. Si no, la temperatura de lecho de catalizador puede ser demasiado baja. En tal caso, no puede emitirse azufre y no puede oxidarse la materia particulada. Por el contrario, si la temperatura de lecho de catalizador es demasiado alta, el catalizador puede degradarse.
- 35 De manera convencional, se ha propuesto una técnica para controlar con precisión una temperatura de lecho de catalizador durante un procedimiento para eliminar un envenenamiento con azufre en la que se detecta una temperatura de escape mediante un sensor de temperatura previsto en una sección aguas arriba de un catalizador de purificación de escape, se estima con precisión la temperatura de lecho de catalizador del catalizador de purificación de escape ubicado aguas abajo basándose en la temperatura de escape detectada, y se ajusta el combustible añadido, en consecuencia. Por ejemplo, remítase a la publicación de patente japonesa abierta a
- 40 consulta por el público n.º 2002-122019.
- 45 Sin embargo, en la técnica anterior descrita previamente, aunque se hace referencia a la temperatura del gas de escape descargado por un motor de combustión interna, es decir, la temperatura del gas de escape que fluye en un catalizador de purificación de escape, no se considera la capacidad térmica del sistema de escape. Por tanto, cuando la temperatura del gas de escape descargado a partir de una combustión interna se cambia durante una transición de la condición de funcionamiento del motor de combustión interna, particularmente, cuando se reduce la temperatura de escape, se aumenta la cantidad de adición de combustible para mantener la temperatura de lecho de catalizador en una temperatura de lecho de catalizador objetivo.
- 50 Sin embargo, puesto que el sistema de escape que incluye el catalizador de purificación de escape tiene una capacidad térmica, una disminución de la temperatura del gas de escape descargado desde el motor de combustión interna no reduce necesariamente la temperatura de lecho de catalizador inmediatamente. Por tanto, cuando se reduce la temperatura de escape, puede suministrarse una cantidad aumentada de combustible al catalizador de purificación de escape cuya temperatura es todavía alta. Esto aumenta excesivamente la temperatura de lecho de catalizador más allá de la temperatura de lecho de catalizador objetivo. Como resultado, el catalizador se degradará.
- 55 El documento JP 2002122019A da a conocer un aparato de control de calentamiento de catalizador también basándose en la capacidad térmica del catalizador.
- 60 Un objetivo de la presente invención es controlar la adición de combustible de manera que un catalizador de purificación de escape no se caliente excesivamente aunque la condición de funcionamiento de un motor de combustión interna esté en transición según la reivindicación 1.
- 65 Ahora se comentarán medios para lograr los objetivos y ventajas anteriores de la presente invención.

Un aparato de control de catalizador de un motor de combustión interna según la presente invención es un aparato que estima una temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario de un catalizador de purificación de escape basándose en una condición de funcionamiento de la combustión interna con la suposición de que no está realizándose una adición de combustible. Basándose en una comparación entre la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario y una temperatura de lecho objetivo, el aparato hace que una válvula de adición de combustible ubicada en una sección aguas arriba del catalizador de purificación de escape añada combustible al gas de escape, oxidando de ese modo el combustible en el catalizador de purificación de escape para aumentar la temperatura de lecho de catalizador hasta la temperatura de lecho objetivo. El aparato se caracteriza por medios de estimación y medios de limitación. Con la suposición de que no está realizándose una adición de combustible desde la válvula de adición de combustible, los medios de estimación estiman una temperatura de lecho de catalizador dinámica del catalizador de purificación de escape basándose en un historial de la condición de funcionamiento del motor de combustión interna y una capacidad térmica de un sistema de escape. Los medios de limitación limitan la adición de combustible cuando la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario es menor que la temperatura de lecho de catalizador dinámica estimada por los medios de estimación, y la diferencia entre la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario y la temperatura de lecho de catalizador dinámica es superior a una diferencia de temperatura de referencia.

Aunque la condición de funcionamiento del motor de combustión interna esté en transición, los medios de estimación obtienen la temperatura de lecho de catalizador dinámica, que corresponde a una temperatura de lecho de catalizador real en un estado en el que no está realizándose ninguna adición de combustible desde la válvula de adición de combustible. Cuando la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario, que determina la cantidad de adición de combustible desde la válvula de adición de combustible, es menor que la temperatura de lecho de catalizador dinámica en una cantidad superior a una diferencia de temperatura de referencia, el uso de la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario hace que la adición de combustible sea excesiva. Esto da como resultado una oxidación excesiva en el catalizador de purificación de escape. Por consiguiente, la temperatura de lecho de catalizador puede calentarse excesivamente. Por tanto, en este caso, los medios de limitación limitan la adición de combustible, de modo que el catalizador de purificación de escape no se caliente excesivamente aunque la condición de funcionamiento del motor de combustión interna esté en transición.

Un aparato de control de catalizador de un motor de combustión interna que no es parte de la presente invención es un aparato que estima una temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario de un catalizador de purificación de escape basándose en una condición de funcionamiento de la combustión interna con la suposición de que no está realizándose una adición de combustible. Basándose en una comparación entre la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario y una temperatura de lecho objetivo, el aparato hace que una válvula de adición de combustible ubicada en una sección aguas arriba del catalizador de purificación de escape añada combustible al gas de escape, oxidando de ese modo el combustible en el catalizador de purificación de escape, que está ubicado en una sección aguas abajo, para aumentar la temperatura de lecho de catalizador hasta la temperatura de lecho objetivo. El aparato se caracteriza por medios de detección y medios de limitación. Los medios de detección detectan uno o más parámetros incluyendo una velocidad de motor del motor de combustión interna, una carga en el motor de combustión interna, un grado de apertura de aceleración y una velocidad de un vehículo en el que se monta el motor de combustión interna. Los medios de limitación limitan la adición de combustible cuando uno o más de los parámetros detectados por los medios de detección disminuyen en un grado que es superior a un grado de disminución de referencia.

Cuando uno o más de los parámetros detectados por los medios de detección disminuyen en un grado que es superior a un grado de disminución de referencia, se valora la condición de funcionamiento del motor de combustión interna en la transición en la que disminuye la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario.

Por tanto, si se usa la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario, se añadirá una cantidad excesiva de combustible, lo que promueve excesivamente la oxidación en el catalizador de purificación de escape, lo que puede aumentar excesivamente la temperatura de lecho de catalizador. Por tanto, en este caso, los medios de limitación limitan la adición de combustible, de modo que el catalizador de purificación de escape no se caliente excesivamente aunque la condición de funcionamiento del motor de combustión interna esté en transición.

Tras continuarse una condición de funcionamiento del motor de combustión interna que hace que una temperatura de escape sea alta durante un periodo de continuación de referencia, los medios de limitación limitan preferiblemente la adición de combustible cuando uno o más de los parámetros detectados por los medios de detección, parámetros que incluyen la velocidad de motor del motor de combustión interna, la carga en el motor de combustión interna, el grado de apertura de aceleración y la velocidad del vehículo en el que se monta el motor de combustión interna, disminuyen en un grado que es superior al grado de disminución de referencia.

De esta manera, suponiendo que la condición de funcionamiento del motor de combustión interna que hace que la temperatura de escape sea alta ha continuado durante el periodo de continuación de referencia, el aparato de control puede limitar la adición de combustible sólo cuando la condición de funcionamiento del motor de combustión interna está en la transición en la que el catalizador de purificación de escape se calienta excesivamente, lo que mejora la precisión de la limitación de adición de combustible.

Según la invención, el aparato de control de catalizador de un motor de combustión interna incluye preferiblemente medios de medición para medir la temperatura de escape. Los medios de limitación eliminan preferiblemente el límite para la adición de combustible cuando la temperatura de escape medida por los medios de medición disminuye hasta una temperatura de referencia de eliminación de límite.

5 Cuando la temperatura de escape medida por los medios de medición disminuye hasta la temperatura de referencia de eliminación de límite, se valora que la temperatura de lecho de catalizador real del catalizador de purificación de escape se ha reducido lo suficiente. Por tanto, la eliminación del límite para la adición de combustible no hace que el catalizador de purificación de escape se caliente excesivamente. Por tanto, el proceso de aumento de temperatura puede continuarse para realizar adecuadamente el control del catalizador.

10 Los medios de limitación eliminan preferiblemente el límite para la adición de combustible cuando la temperatura de lecho de catalizador dinámica del catalizador de purificación de escape, temperatura que se estima basándose en un historial de la condición de funcionamiento del motor de combustión interna y la capacidad térmica del sistema de escape con la suposición de que no está realizándose una adición de combustible desde la válvula de adición de combustible, disminuye hasta la temperatura de referencia de eliminación de límite.

15 Cuando la temperatura de catalizador dinámica disminuye hasta la temperatura de referencia de eliminación de límite, se valora que la temperatura de lecho de catalizador real del catalizador de purificación de escape se ha reducido lo suficiente. Por tanto, la eliminación del límite para la adición de combustible no hace que el catalizador de purificación de escape se caliente excesivamente. Por tanto, el proceso de aumento de temperatura puede continuarse para realizar adecuadamente el control del catalizador.

20 Los medios de limitación eliminan preferiblemente el límite para la adición de combustible cuando el límite para la adición de combustible ha continuado durante un periodo de limitación de referencia predeterminado.

25 Cuando el límite para la adición de combustible ha continuado durante el periodo de limitación de referencia, se valora que la temperatura de lecho de catalizador real del catalizador de purificación de escape se ha reducido lo suficiente. Por tanto, la eliminación del límite para la adición de combustible no calienta excesivamente el catalizador de purificación de escape.

Los medios de limitación limitan preferiblemente la adición de combustible prohibiendo la adición de combustible desde la válvula de adición de combustible.

30 La limitación para la adición de combustible puede realizarse prohibiendo la adición de combustible desde la válvula de adición de combustible. En este caso, la válvula de adición de combustible detiene completamente el suministro de combustible al catalizador de purificación de escape. Por tanto, el catalizador de purificación de escape no se calienta excesivamente cuando la condición de funcionamiento está en transición.

35 Los medios de limitación limitan preferiblemente la adición de combustible disminuyendo la cantidad de adición de combustible desde la válvula de adición de combustible.

40 La limitación para la adición de combustible puede realizarse disminuyendo la cantidad de adición de combustible desde la válvula de adición de combustible. Por consiguiente, se disminuye la cantidad de calor producido por la oxidación del catalizador de purificación de escape. Por tanto, el catalizador de purificación de escape no se calienta excesivamente cuando la condición de funcionamiento está en transición.

45 El catalizador de purificación de escape es preferiblemente un catalizador de oclusión-reducción de NO_x, y el aumento de temperatura hasta la temperatura de lecho objetivo es preferiblemente un proceso realizado cuando se emite azufre desde el catalizador de oclusión-reducción de NO_x envenenado con azufre.

50 En caso en que el catalizador de purificación de escape es un catalizador de oclusión-reducción de NO_x, el aumento de temperatura hasta la temperatura de lecho objetivo puede ser un proceso que se realiza cuando se emite azufre desde el catalizador de oclusión-reducción de NO_x envenenado con azufre. En el proceso de aumento de temperatura cuando se emite azufre, el catalizador de purificación de escape no se calienta excesivamente cuando la condición de funcionamiento está en transición.

55 El catalizador de purificación de escape incluye preferiblemente un filtro para filtrar materia particulada en gas de escape y una capa de un catalizador de oclusión-reducción de NO_x formada en el filtro, y el aumento de temperatura hasta la temperatura de lecho objetivo es preferiblemente un proceso realizado cuando la materia particulada se elimina del filtro a través de oxidación.

60 En el proceso de aumento de temperatura en el que se oxida materia particulada, el catalizador de purificación de escape no se calienta excesivamente cuando la condición de funcionamiento está en transición.

65 El motor de combustión interna es preferiblemente un motor diésel. La aplicación de la presente invención a un

motor diésel impide que el catalizador de purificación de escape se caliente excesivamente cuando la condición de funcionamiento del motor diésel está en transición.

5 La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra un motor diésel de vehículo y un sistema de control como una primera realización;

la figura 2 es un diagrama de flujo que muestra un proceso de determinación para limitar la adición de combustible ejecutada por una ECU de la primera realización;

10 la figura 3 es un diagrama de flujo como el de la figura 3, que muestra un proceso de aumento de temperatura;

la figura 4 es un gráfico de tiempo que muestra un ejemplo de un proceso según la primera realización;

15 la figura 5 es un gráfico de tiempo que muestra un ejemplo en comparación con la primera realización;

la figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un proceso de determinación para limitar la adición de combustible, que no forma parte de la invención;

20 la figura 7 es un gráfico de tiempo que muestra un ejemplo de un proceso que no forma parte de la invención; y

la figura 8 es un diagrama de flujo que muestra otro ejemplo del proceso de aumento de temperatura.

[Primera realización]

25 La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra un sistema de control que incluye un motor diésel de vehículo y un aparato de control de catalizador, a los que se aplica la invención descrita anteriormente. La presente invención puede aplicarse a otros tipos de motor tal como un motor de gasolina de combustión pobre si el motor tiene un sistema de catalizador similar al sistema descrito en el presente documento.

30 El motor 2 diésel tiene cilindros. En esta realización, el número de los cilindros es de cuatro, y los cilindros se indican como n.º 1, n.º 2, n.º 3 y n.º 4. Una cámara 4 de combustión de cada uno de los cilindros n.º 1 a n.º 4 incluye un orificio 8 de admisión, que se abre y se cierra mediante una válvula 6 de admisión. Las cámaras 4 de combustión se conectan a un tanque 12 de compensación a través de los orificios 8 de admisión y un colector 10 de admisión. El tanque 12 de compensación se conecta a un enfriador 14 intermedio y una salida de un sobrealimentador con un conducto 13 de admisión. En esta realización, el sobrealimentador es un compresor 16a de un turboalimentador 16 de gas de escape. Una entrada del compresor 16a se conecta a un depurador 18 de aire. Un conducto 20 de recirculación de gas de escape (a continuación en el presente documento denominada EGR) se conecta al tanque 12 de compensación. Específicamente, un orificio 20a de suministro de gas EGR del conducto 20 de EGR se abre al tanque 12 de compensación. Una válvula 22 de estrangulamiento está ubicada en una sección del conducto 13 de admisión entre el tanque 12 de compensación y el enfriador 14 intermedio. Un sensor 24 de caudal de admisión y un sensor 26 de temperatura de admisión están ubicados en una sección entre el compresor 16a y el depurador 18 de aire.

45 La cámara 4 de combustión de cada uno de los cilindros n.º 1 a n.º 4 incluye un orificio 30 de gas de escape, que se abre y se cierra mediante una válvula 28 de gas de escape. Las cámaras 4 de combustión se conectan a una entrada de una turbina 16b de gas de escape a través de los orificios 30 de gas de escape y un colector 32 de escape. Una salida de la turbina 16b de gas de escape se conecta a un conducto 34 de escape. La turbina 16b de gas de escape extrae gas de escape desde una sección del colector 32 de escape que corresponde al lado del cuarto cilindro n.º 4.

50 Tres convertidores 36, 38, 40 catalíticos que contienen cada uno un catalizador de purificación de escape están ubicados en el conducto 34 de escape. El primer convertidor 36 catalítico ubicado en la sección más aguas arriba contiene un catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx. Cuando el gas de escape se considera como una atmósfera oxidante (pobre) durante un funcionamiento normal del motor 2 diésel, el catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx ocluye el NOx. Cuando el gas de escape se considera como una atmósfera reductora (relación aire-combustible estequiométrica o menor), el NOx que se ha ocluido por el catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx se reduce con hidrocarburo (HC) y monóxido de carbono (CO). El NOx se purifica de esta manera.

55 Un segundo convertidor 38 catalítico que contiene un filtro 38a está ubicado en la segunda posición desde el lado más aguas arriba. El filtro 38a de escape tiene una pared monolítica. La pared tiene poros a través de los cuales pasa el gas de escape. Las zonas alrededor de los poros del filtro 38a de escape están recubiertas con una capa de un catalizador de oclusión-reducción de NOx. Por tanto, el NOx se purifica tal como se describió anteriormente. Además, la pared de filtro atrapa materia particulada (a continuación en el presente documento denominada MP) en el gas de escape. Por tanto, el oxígeno activo, que se genera en una atmósfera oxidante a alta temperatura cuando se ocluye NOx, comienza a oxidar MP. Además, el oxígeno excesivo ambiental oxida toda la MP. Por consiguiente, la MP se purifica al mismo tiempo que se purifica el NOx. En esta realización, el primer convertidor 36 catalítico y el

segundo convertidor 38 catalítico se forman de manera solidaria.

Un tercer convertidor 40 catalítico está ubicado en la sección más aguas abajo. El tercer convertidor 40 catalítico contiene un catalizador 40a de oxidación, que oxida y purifica HC y CO.

Un primer sensor 42 de relación aire-combustible está ubicado aguas arriba del catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx. Un primer sensor 44 de temperatura de escape está ubicado entre el catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx y el filtro 38a de escape. Un segundo sensor 46 de temperatura de escape y un segundo sensor 48 de relación aire-combustible están ubicados entre el filtro 38a y el catalizador 40a de oxidación. El segundo sensor 46 de temperatura de escape está más próximo al filtro 38a que el catalizador 40a de oxidación. El segundo sensor 48 de relación aire-combustible está ubicado más próximo al catalizador 40a de oxidación que el filtro 38.

El primer sensor 42 de relación aire-combustible y el segundo sensor 48 de relación aire-combustible detectan cada uno la relación aire-combustible de gas de escape en las posiciones respectivas basándose en componentes del gas de escape. Los sensores 42, 48 de relación aire-combustible primero y segundo emiten cada uno una señal eléctrica en proporción a la relación aire-combustible detectada. La relación aire-combustible de gas de escape se refiere a la relación de un componente oxidante y un reductor en el gas de escape. El primer sensor 44 de temperatura de escape detecta una temperatura de escape Texin en la posición correspondiente. Asimismo, el segundo sensor 46 de temperatura de escape detecta una temperatura de escape Texout en la posición correspondiente.

Los tubos en un sensor 50 de presión diferencial se conectan a una sección aguas arriba del filtro 38 y una sección aguas abajo del filtro 38. El sensor 50 de presión diferencial detecta la diferencia de presión entre las secciones aguas arriba y aguas abajo del filtro 38a, detectando de ese modo una obstrucción en el filtro 38.

Un orificio 20b de admisión de gas EGR del conducto 20 de EGR está previsto en el colector 32 de escape. El orificio 20b de admisión de gas EGR se abre en una sección que corresponde al lado del primer cilindro n.º 1, que está opuesto al lado del cuarto cilindro n.º 4, en el que la turbina 16b de gas de escape introduce gas de escape.

Un catalizador 52 de EGR a base de hierro y un enfriador 54 de EGR están ubicados en el conducto 20 de EGR en este orden desde la admisión 20b de gas EGR. El catalizador 52 de EGR a base de hierro reforma el gas EGR procedente del orificio 20b de admisión de gas EGR del conducto 20 de EGR. El enfriador 54 de EGR enfría el gas EGR. El catalizador 52 de EGR también funciona para impedir una obstrucción del enfriador 54 de EGR. Una válvula 56 de EGR está ubicada entre el enfriador 54 de EGR y el orificio 20a de suministro de gas EGR. El grado de apertura de la válvula 56 de EGR se cambia para ajustar la cantidad de gas EGR suministrado desde el orificio 20a de suministro de gas EGR al sistema de admisión.

Cada uno de los cilindros n.º 1 a n.º 4 está dotado de una válvula 58 de inyección de combustible que inyecta combustible directamente en la cámara 4 de combustión correspondiente. Las válvulas 58 de inyección de combustible se conectan a un conducto 60 común con tuberías 58a de suministro de combustible. Una bomba 62 de combustible de desplazamiento variable, que se controla eléctricamente, suministra combustible al conducto 60 común. Se distribuye combustible a alta presión suministrado desde la bomba 62 de combustible al conducto 60 común, a las válvulas 58 de inyección de combustible a través de los tubos 58a de suministro de combustible. Un sensor 64 de presión de combustible para detectar la presión de combustible se une al conducto 60 común.

Además, la bomba 62 de combustible también suministra combustible a presión baja a una válvula 68 de adición de combustible a través de un tubo 66 de suministro de combustible. La válvula 68 de adición de combustible está prevista en el orificio 30 de gas de escape del cuarto cilindro n.º 4 e inyecta combustible a la turbina 16b de gas de escape. De esta manera, la válvula 68 de adición de combustible añade combustible al gas de escape. Un modo de control de catalizador, que se describe a continuación, se ejecuta mediante tal adición de combustible.

Una unidad 70 de control electrónica (a continuación en el presente documento, denominada ECU) está compuesta principalmente por un ordenador digital que tiene una CPU, una ROM y una RAM, y circuitos de activación para activar otros dispositivos. La ECU 70 lee señales procedentes del sensor 24 de caudal de admisión, el sensor 26 de temperatura de admisión, el primer sensor 42 de relación aire-combustible, el primer sensor 44 de temperatura de escape, el segundo sensor 46 de temperatura de escape, el segundo sensor 48 de relación aire-combustible, el sensor 50 de presión diferencial, el sensor de apertura de EGR en la válvula 56 de EGR, el sensor 64 de presión de combustible y el sensor 22a de apertura de estrangulamiento. Además, la ECU 70 lee señales procedentes de un sensor 74 de pedal de aceleración que detecta el grado de depresión de un pedal 72 de aceleración (grado de apertura de aceleración ACCP), y un sensor 76 de temperatura de refrigerante que detecta la temperatura del refrigerante del motor 2 diésel. Además, la ECU 70 lee señales procedentes de un sensor 80 de velocidad de motor que detecta la velocidad de motor NE (el número de revoluciones de un cigüeñal 78), y un sensor 82 de distinción de cilindros que distingue los cilindros al detectar la fase de rotación del cigüeñal 78 o la fase de rotación de las levas de admisión.

Basándose en la condición de funcionamiento del motor 2 obtenido a partir de estas señales, la ECU 70 controla la cantidad y el momento de inyección de combustible mediante la válvula 58 de inyección de combustible. Además, la

ECU 70 controla el grado de apertura de la válvula 56 de EGR, el grado de apertura de estrangulamiento con el motor 22b, y el desplazamiento de la bomba 62 de combustible. Además, la ECU 70 ejecuta el modo de control de regeneración de MP y el control de eliminación de envenenamiento con azufre (a continuación en el presente documento denominado envenenamiento con S). Por ejemplo, en un control de EGR, se ajustan un grado de apertura de estrangulamiento y un grado de apertura de EGR (el grado de apertura de la válvula 56 de EGR) en coordinación de manera que la relación de EGR busca una relación de EGR objetivo, que se fija basándose en la carga de motor y una velocidad de motor NE del motor 2. Además, se realiza un control por realimentación del caudal de admisión en el que se ajusta el grado de apertura de EGR de manera que el caudal de admisión busca un caudal de admisión objetivo (valor objetivo por rotación del motor 1), que se fija basándose en la carga de motor y la velocidad de motor NE. La carga de motor está representada por la cantidad de inyección de combustible en este ejemplo. Sin embargo, la carga de motor puede estar representada por el grado de apertura de aceleración ACCP.

La ECU 70 selecciona uno de un modo de combustión normal y un modo de combustión a baja temperatura según la condición de funcionamiento. El modo de combustión a baja temperatura se refiere a un modo de combustión en el que se introduce una gran cantidad de gas EGR para ralentizar el aumento de la temperatura de combustión, reduciendo de ese modo simultáneamente el NOx y el humo. En esta realización, se ejecuta el modo a baja temperatura en una baja carga, zona de velocidad de rotación de media a alta. El otro modo de combustión es el modo de combustión normal, en el que se realiza un control de EGR normal (incluyendo un caso en el que no se ejecuta una EGR).

La ECU 70 realiza cuatro modos de control de catalizador, que son modos para controlar el catalizador. Los modos de control de catalizador incluyen un modo de control de regeneración de MP, un modo de control de eliminación de envenenamiento con S, un modo de control de reducción de NOx y un modo de control normal. En el modo de control de regeneración de MP, la MP depositada sobre el filtro 38a en el segundo convertidor 38 catalítico se calienta y se quema. Entonces, la MP se cambia a CO₂ y H₂O y se descarga. En este modo, la adición de combustible desde la válvula 68 de adición de combustible se repite en una relación aire-combustible mayor que la relación aire-combustible estequiométrica de modo que se aumente la temperatura de lecho de catalizador ((por ejemplo, hasta una temperatura en un intervalo de desde 600°C hasta 700°C). En algunos casos, se realiza una inyección posterior mediante la válvula 58 de inyección de combustible.

En el modo de control de eliminación de envenenamiento con S, si el catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx y el filtro 38a están envenenados y se reduce la capacidad de oclusión de NOx, se emite el componente de azufre (componente S) de modo que el catalizador 36a y el filtro 38a se restauren a partir del envenenamiento con S. En este modo, se repite la adición de combustible desde la válvula 68 de adición de combustible de modo que se aumente la temperatura de lecho de catalizador (por ejemplo, hasta una temperatura en un intervalo de desde 600°C hasta 700°C). Además, se ejecuta un proceso de reducción de relación aire-combustible en el que la relación aire-combustible se cambia a la relación aire-combustible estequiométrica o un valor ligeramente menor que la relación aire-combustible estequiométrica. Como en los otros modos, se realiza una inyección posterior mediante la válvula 58 de inyección de combustible en este modo, en algunos casos.

En el modo de control de reducción de NOx, el NOx ocluido por el catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx y el filtro 38a se reduce a N₂, CO₂ y H₂O y se emiten. En este modo, la adición de combustible desde la válvula 68 de adición de combustible se realiza de manera intermitente en un intervalo relativamente largo de modo que la temperatura de lecho de catalizador se vuelve relativamente baja (por ejemplo, hasta una temperatura en un intervalo de desde 250°C hasta 500°C). Por consiguiente, la relación aire-combustible se reduce hasta o inferior a la relación aire-combustible estequiométrica.

El control normal es un modo de control diferente de los tres modos de control anteriores. En el control normal, no se realizan la adición de combustible desde la válvula 68 de adición de combustible y la inyección posterior mediante la válvula 58 de inyección de combustible.

A continuación, se describirá un proceso de determinación para limitar la adición de combustible ejecutado por la ECU 70. Este proceso se muestra en el diagrama de flujo de la figura 2. Este proceso se ejecuta de una manera con interrupción cada intervalo predeterminado. Las etapas en el diagrama de flujo, cada una de las cuales corresponde a un proceso, se indican como S.

Cuando se inicia este proceso, se calcula una temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario Ts basándose en una carga (en este caso, la cantidad de combustible inyectado que va a quemarse mediante la válvula 58 de inyección de combustible) y la velocidad de motor NE haciendo referencia a un mapa de temperatura de lecho de catalizador (S102). El mapa de temperatura de lecho de catalizador se obtiene a través de experimentos que usan la carga y la velocidad de motor NE como parámetros y define la relación entre la temperatura de lecho de catalizador y la temperatura de escape. Una temperatura que se busca mediante la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a (lo mismo es cierto para el catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx) cuando la misma carga y la velocidad de motor NE continúan de manera estable y no existe adición de combustible mediante la válvula 68 de adición de combustible se fija como la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario Ts.

Entonces, se calcula una temperatura de lecho de catalizador dinámica T_d mediante una ecuación 1 (S104).

(Ecuación 1)

$$5 \quad T_d \leftarrow T_{dold} + ft(T_{dold}, T_s, GA, H_{cex})$$

El valor T_{dold} es la temperatura de lecho de catalizador dinámica T_d obtenida en el ciclo de control previo. Un mapa ft (T_{dold} , T_s , GA , H_{cex}) se usa para calcular un grado de aumento de temperatura (si el valor es negativo, un grado de disminución de temperatura) en un ciclo de control basándose en el valor T_{dold} previo, la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario (corresponde a un valor instantáneo de la temperatura de escape) T_s , la cantidad de aire de admisión GA y la capacidad térmica H_{cex} del sistema de escape. Puesto que la capacidad térmica H_{cex} tiene un valor fijo, el mapa puede ser $ft(T_{dold}, T_s, GA)$.

La razón de esto es que, cuando el gas de escape cuya temperatura corresponde a la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s a un caudal de gas de escape correspondiente al caudal de admisión GA lo recibe un sistema de escape cuya capacidad térmica es H_{cex} y el estado de temperatura es el valor T_{dold} previo, el grado de un aumento de temperatura se define de manera única basándose en los valores T_{dold} , T_s , GA , H_{cex} . Es decir, se supone que no existe ninguna adición de combustible desde la válvula 68 de adición de combustible, se estima la temperatura de lecho de catalizador dinámica T_d del filtro 38a basándose en el historial de la condición de funcionamiento del motor 2 (estados de los valores T_{dold} , T_s , GA) y la capacidad térmica H_{cex} del sistema de escape. Suponiendo que la capacidad térmica H_{cex} es un valor fijo, se obtiene el mapa ft , a través de experimentos que usan la temperatura del sistema de escape (corresponde al valor previo T_{dold}), la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s y el caudal de aire de admisión GA como parámetros de control. En vez de usar el mapa ft , puede calcularse el grado de aumento de temperatura usando fórmulas basadas en los valores T_{dold} , T_s , GA , H_{cex} .

Entonces, se valora (S106) si la diferencia ($T_d - T_s$) entre la temperatura de lecho de catalizador dinámica T_d y la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s es superior a una diferencia de temperatura de referencia de inicio límite T_{jd} . La diferencia de temperatura de referencia de inicio límite T_{jd} se fija en un valor inferior a la diferencia entre una temperatura lecho de catalizador objetivo y la menor temperatura de lecho de catalizador que degrada un catalizador. Por ejemplo, si la temperatura de lecho de catalizador objetivo es de 650°C y la menor temperatura de lecho de catalizador que degrada un catalizador es de 750°C, la diferencia de temperatura de referencia de inicio límite T_{jd} se fija en un valor en un intervalo entre 50°C y 80°C.

Si se satisface una desigualdad ($T_d - T_s \leq T_{jd}$) (resultado negativo en S106), se valora (S108) si la temperatura de escape T_{exin} detectada por el primer sensor 44 de temperatura de escape y la temperatura de escape T_{exout} detectada por el segundo sensor 46 de temperatura de escape son ambas menores que una temperatura de referencia de eliminación de límite T_c . Esta valoración existe para eliminar el límite para la adición de combustible, que se comentará a continuación. Si las temperaturas de escape T_{exin} , T_{exout} son ambas menores que la temperatura de referencia de eliminación de límite T_c (resultado positivo en S108), se fija un indicador de limitación de adición de combustible Fac en desactivado (*OFF*) (S112). Si una de o ambas temperaturas de escape T_{exin} , T_{exout} son iguales a o mayores que la temperatura de referencia de eliminación de límite T_c (resultado negativo en S180), la rutina actual se suspende temporalmente.

Si la condición de funcionamiento del motor 2 diésel está en una transmisión, y se satisface una desigualdad ($T_d - T_s > T_{jd}$) (resultado positivo en S1069), se fija el indicador de limitación de adición de combustible Fac en activado (*ON*) (S110). En el ciclo de control posterior, el estado en el que el indicador Fac está activado continúa siempre que se satisfaga la desigualdad ($T_d - T_s > T_{jd}$) (resultado positivo en S106).

Posteriormente, aunque se satisfaga la desigualdad ($T_d - T_s \leq T_{jd}$) (resultado negativo en S106), la ecuación $Fac =$ activado se mantiene siempre que cualquiera o ambas temperaturas de escape T_{exin} , T_{exout} sean iguales a o mayores que la temperatura de referencia de eliminación de límite T_c (resultado negativo en S108). Posteriormente, si las temperaturas de escape T_{exin} , T_{exout} se encuentran ambas por debajo de la temperatura de referencia de eliminación de límite T_c (resultado positivo en S108), se fija de nuevo el indicador Fac en desactivado (S112). De esta manera, se devuelve el estado al estado inicial.

La figura 3 es un diagrama de flujo que muestra el control de aumento de temperatura en el que se hace referencia al indicador de limitación de adición de combustible Fac , que se fija tal como se describió anteriormente. Este proceso representa un proceso de control de aumento de temperatura ejecutado en el modo de control de regeneración de MP y el modo de control de eliminación de envenenamiento con S. Cuando la ejecución de este proceso se fija en el modo de control de regeneración de MP y el modo de control de eliminación de envenenamiento con S, la ECU 70 ejecuta repetidamente este proceso en un intervalo de tiempo predeterminado.

Cuando se inicia este proceso, la ECU fija una temperatura de lecho de catalizador objetivo T_{tc} ($T_{tc} = 650^\circ\text{C}$) del filtro 38a (S152). Entonces, se obtiene la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s (S154). La

temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s es la misma que la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s en la etapa S102 de la figura 2, y puede usarse el valor de la etapa S102.

Entonces, se valora (S156) si el indicador de limitación de adición de combustible Fac está desactivado. Si Fac está desactivado (resultado positivo en S156), se calcula una cantidad de adición de combustible fad por unidad de tiempo para mantener el filtro 38a a la temperatura de lecho de catalizador objetivo T_{tc} usando una ecuación 2 (S158).

[Ecuación 2]

$$fad \leftarrow (T_{tc} - T_s) \times G_a \times C_k$$

El caudal de admisión G_A es un caudal (g/s) detectado por el sensor 24 de caudal de admisión. Un coeficiente de conversión de combustible C_k es un coeficiente para convertir el caudal de admisión G_A en la cantidad de combustible, y representa la cantidad de combustible requerida para aumentar la temperatura del gas de escape cuyo caudal es de 1 g/s en 1°C. Por consiguiente, se considera el lado derecho de la ecuación 2 para calcular la cantidad de combustible por unidad de tiempo requerida para aumentar la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a desde la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s hasta la temperatura de lecho de catalizador objetivo T_{tc} en el caudal de gas de escape que corresponde al caudal de admisión G_A . De esta manera, la rutina actual se suspende temporalmente.

Este proceso se ejecuta repetidamente de modo que la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a se aumenta hasta la temperatura de lecho de catalizador objetivo T_{tc} mediante la adición de combustible desde la válvula 68 de adición de combustible.

Si el indicador Fac está activado, (resultado negativo en S156), la cantidad de adición de combustible fad se fija en 0 g. Esto limita (prohíbe, en esta realización) la adición de combustible desde la válvula 68 de adición de combustible.

La figura 4 es un gráfico de tiempo que muestra un ejemplo de esta realización. Antes del tiempo t_0 , el vehículo se conduce a una alta velocidad constante. Por tanto, la temperatura de lecho de catalizador dinámica T_d y la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s son estables sustancialmente en el mismo valor. Cuando el conductor suelta el pedal 72 de aceleración, la carga y la velocidad de motor NE se reducen (desde el tiempo t_0), y el motor inicia la marcha al ralentí (desde el tiempo t_2). Puesto que la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s se calcula basándose en la carga y la velocidad de motor NE haciendo referencia a un mapa, la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s se reduce a medida que se reducen la carga y la velocidad de motor NE. Sin embargo, puesto que se calcula la temperatura de lecho de catalizador dinámica T_d a través de un cálculo en el que se tiene en cuenta la capacidad térmica H_{cex} , la temperatura de lecho de catalizador dinámica T_d comienza a disminuir lentamente con un retardo después de que comience a disminuir la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s .

Por tanto, puesto que se satisface la desigualdad ($T_d - T_s > T_{jd}$) (t_1), se fija el indicador Fac en activado, lo que suspende la adición de combustible desde la válvula 68 de adición de combustible. Por consiguiente, la temperatura de lecho de catalizador real del filtro 38a se reduce de la misma manera que la temperatura de lecho de catalizador dinámica T_d .

Entonces, cuando las temperaturas de escape $Texin$, $Texout$ detectadas por los sensores 44, 46 de temperatura de escape primero y segundo se encuentran ambas por debajo de la temperatura de referencia de eliminación de límite T_c , se fija el indicador Fac en desactivado. Esto permite que se realice la adición de combustible, y se realiza realmente la adición de combustible. Por consiguiente, tal como se muestra mediante una línea discontinua, la temperatura de lecho de catalizador real del filtro 38a se aumenta para buscar la temperatura de lecho de catalizador objetivo. Por tanto, la temperatura de lecho de catalizador real no se aumenta excesivamente para degradar el catalizador. El catalizador 36a de oclusión-reducción de NO_x se trata sustancialmente de la misma manera.

La figura 5 muestra un ejemplo de comparación en el que no se fija el indicador de limitación de adición de combustible Fac basándose en la temperatura de lecho de catalizador dinámica T_d y la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s . En este caso, inmediatamente después de que el conductor suelta el pedal 72 de aceleración y se reduce la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s (desde el tiempo t_{10}), se continúa la adición de combustible según la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s . Por tanto, sigue suministrándose combustible al filtro 38a, y la cantidad de combustible añadido se aumenta significativamente debido a la disminución de la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario T_s . Por consiguiente, la temperatura de lecho de catalizador real se aumenta drásticamente tal como se muestra mediante una línea discontinua y supera la temperatura de lecho de catalizador de límite superior T_{max} . Esto aumenta la probabilidad de deterioro del filtro 38a (t_{13}). Por otro lado, la temperatura de escape $Texin$ detectada por el primer sensor 44 de temperatura de escape sobrepasa la temperatura de lecho de catalizador de límite superior T_{max} , se

5 detiene la adición de combustible (t12). Sin embargo, puesto que ya se ha añadido una cantidad considerable de combustible al gas de escape, no puede evitarse un aumento excesivo de la temperatura de lecho de catalizador real del filtro 38a. Lo mismo es cierto para la temperatura de lecho de catalizador del catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx.

10 En la configuración descrita anteriormente, el primer sensor 44 de temperatura de escape y el segundo sensor 46 de temperatura de escape corresponden a medios de medición de temperatura de escape. La etapa S104 del proceso de determinación (figura 2) para limitar la adición de combustible corresponde a un proceso de medios de estimación de temperatura de lecho de catalizador dinámica. Las etapas S106 a S112 y las etapas S156, S160 del proceso de aumento de temperatura (figura 3) corresponden al proceso de medios de limitación de adición de combustible.

La primera realización tiene las siguientes ventajas.

15 (A) Calculando la temperatura de lecho de catalizador dinámica Td (S104), se obtiene la temperatura de lecho de catalizador dinámica Td, que corresponde a la temperatura de lecho de catalizador real en el filtro 38a mientras no está realizándose ninguna adición de combustible desde la válvula 68 de adición de combustible, cuando el motor 2 diésel está en transición. Cuando la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario Ts, que determina la cantidad de combustible añadido mediante la válvula 68 de adición de combustible, es menor que la temperatura de lecho de catalizador dinámica Td, y la diferencia entre las temperaturas Ts, Td es mayor que la diferencia de temperatura de referencia de inicio de límite Tjd, usar la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario hace que la adición de combustible adición sea excesiva. Esto puede aumentar excesivamente la temperatura de lecho de catalizador.

20 En tal caso, se fija el indicador de limitación de adición de combustible Fac en activado, lo que fija la cantidad de adición de combustible fad en cero, prohibiendo de ese modo la adición de combustible. Por consiguiente, aunque la condición de funcionamiento del motor 2 diésel esté en transición, el filtro 38a no se calienta excesivamente. De la misma manera, el catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx no se calienta excesivamente.

25 (B) Si las temperaturas de escape Texin, Texout se encuentran ambas por debajo de la temperatura de referencia de eliminación de límite Tc, se devuelve el indicador de limitación de adición de combustible Fac a desactivado. Cuando las temperaturas de escape Texin, Texout se hayan disminuido ambas lo suficiente, se supone que la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a y el catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx se reducen lo suficiente. En este momento, eliminar el límite para la adición de combustible no aumenta excesivamente la temperatura de lecho de catalizador. Por tanto, el proceso de aumento de temperatura continúa hasta realizar de manera adecuada el control del catalizador.

30 Sin formar parte de la invención, se detecta un estado de transición basándose en la desaceleración (corresponde al grado de disminución) de la velocidad de motor NE para fijar el indicador de limitación de adición de combustible Fac. Por tanto, en vez del proceso de determinación (figura 2) para limitar la adición de combustible en la primera realización, se ejecuta un proceso de determinación para limitar la adición de combustible mostrado en la figura 6. A diferencia de esto, los procesos de control y la configuración de hardware son iguales a los de la primera realización. Por tanto, se hace referencia a las figuras 1 y 3 en la descripción a continuación.

35 Se describirá el proceso de determinación (figura 6) para limitar la adición de combustible. Este proceso se ejecuta de una manera con interrupción en cada intervalo predeterminado. Cuando se inicia este proceso, si la desaceleración de la velocidad de motor NE es superior a una desaceleración de referencia (corresponde a un grado de disminución de referencia) en la etapa S202. La desaceleración de referencia es un valor de referencia que determina que el estado actual es una transición en la que se reduce la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario Ts y, tal como se describió en la primera realización, que el estado actual es una transición que puede calentar excesivamente la temperatura de lecho de catalizador.

40 Si la desaceleración de la velocidad de motor NE es superior a la desaceleración de referencia (resultado positivo en S202), se valora si la condición de funcionamiento inmediatamente anterior del motor 2 diésel continuó durante un periodo de continuación de referencia en un estado que hizo que la temperatura de escape fuese alta (S204). Esto es porque, aunque la desaceleración de la velocidad de motor NE sea superior a la desaceleración de referencia, la continuación de la adición de combustible no aumentará excesivamente la temperatura de lecho de catalizador si la temperatura del sistema de escape no era alta en la condición de funcionamiento inmediatamente anterior. En este caso, la condición de funcionamiento inmediatamente anterior representa la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario Ts, que se obtiene basándose en la relación entre la carga de motor y la velocidad de motor NE.

45 Si la condición de funcionamiento inmediatamente anterior del motor 2 hizo que la temperatura de escape fuese alta y continuó durante el periodo de continuación de referencia (resultado positivo en S204), se determina que el motor 2 se desaceleró en un estado en el que se calienta el sistema de escape. En este caso, se fija el indicador de limitación de adición de combustible Fac en activado (S208).

50 Por otro lado, si la desaceleración de la velocidad de motor NE no es superior a la desaceleración de referencia

(resultado negativo en S202), se ejecuta la determinación de la etapa S206. Alternativamente, si la condición de funcionamiento inmediatamente anterior del motor 2 no hizo que la temperatura de escape fuese alta y no duró durante el periodo de continuación de referencia (resultado negativo en S204), se ejecuta la determinación de la etapa S206. La determinación (S206) es el mismo proceso que el de la etapa S108 en el proceso de determinación para limitar la adición de combustible según la primera realización (figura 2). Es decir, se valora si las temperaturas de escape Texin, Texout son ambas menores que la temperatura de referencia de eliminación de límite Tc.

Si las temperaturas de escape Texin, Texout son ambas menores que la temperatura de referencia de eliminación de límite Tc (resultado positivo en S206), se fija un indicador de limitación de adición de combustible Fac en desactivado (S210). Si una de o ambas de las temperaturas de escape Texin, Texout son iguales a o mayores que la temperatura de referencia de eliminación de límite Tc (resultado negativo en S260), la rutina actual se suspende temporalmente.

La figura 7 es un gráfico de tiempo que muestra un ejemplo. Antes del tiempo t20, el vehículo se conduce a una alta velocidad constante. Por tanto, la temperatura de lecho de catalizador dinámica Td y la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario Ts son estables sustancialmente en el mismo valor. Cuando el conductor suelta el pedal 72 de aceleración, se reducen la carga y la velocidad de motor NE (desde el tiempo t20), y el motor inicia la marcha al ralentí (desde el tiempo t21).

Puesto que continuó una condición de funcionamiento que hizo que la temperatura de escape fuese alta durante el periodo de continuación de referencia antes del tiempo (t20) en el que la velocidad de motor NE comenzó a disminuir, el sistema de escape se calienta en el tiempo t20. Puesto que la desaceleración de la velocidad de motor NE en el tiempo t20 es superior a la desaceleración de referencia, los resultados de las etapas S202, S204 son ambas positivos. Por consiguiente, se fija el indicador de limitación de adición de combustible Fac en activado (S208). Por tanto, se detiene la adición de combustible desde la válvula 68 de adición de combustible. Por consiguiente, la temperatura de lecho de catalizador real del filtro 38a se reduce de la misma manera que la temperatura de lecho de catalizador dinámica Td.

Entonces, cuando las temperaturas de escape Texin, Texout detectadas por los sensores 44, 46 de temperatura de escape primero y segundo se encuentran ambas por debajo de la temperatura de referencia de eliminación de límite Tc, se fija el indicador Fac en desactivado. Esto inicia la adición de combustible. Por consiguiente, tal como se muestra mediante una línea discontinua, la temperatura de lecho de catalizador real del filtro 38a se aumenta para buscar la temperatura de lecho de catalizador objetivo. Por tanto, la temperatura de lecho de catalizador real no se calienta excesivamente para degradar el catalizador. El catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx se trata sustancialmente de la misma manera.

Un ejemplo de comparación en el que la adición de combustible no se limita mediante un proceso del proceso de determinación (figura 6) para limitar la adición de combustible es lo mismo que la figura 5 de la primera realización.

En la configuración descrita anteriormente, el sensor 80 de velocidad de motor corresponde a medios de detección para detectar un parámetro que representa la condición de funcionamiento del motor 2. El primer sensor 44 de temperatura de escape y el segundo sensor 46 de temperatura de escape corresponden a medios de medición de temperatura de escape. El proceso de determinación (figura 6) para limitar la adición de combustible y las etapas S156, S160 del proceso de aumento de temperatura (figura 3) corresponden al proceso de medios de limitación de adición de combustible. El parámetro incluye la velocidad de motor, la carga de motor, el grado de apertura de aceleración y la velocidad del vehículo en el que se monta el motor.

Sin formar parte de la invención, esto tiene las siguientes ventajas.

(A) Cuando la desaceleración de la velocidad de motor NE es superior a la desaceleración de referencia, se estima que el motor 2 diésel está en transición de la condición de funcionamiento, en la que se reduce la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario Ts.

Por tanto, si se usa la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario Ts, se añadirá una cantidad excesiva de combustible, lo que promueve excesivamente la oxidación en el filtro 38a y el catalizador 36a de oclusión-reducción de NOx. Esto puede aumentar excesivamente la temperatura de lecho de catalizador. Por tanto, en este caso, limitando (prohibiendo, en esta realización) la adición de combustible, el catalizador de purificación de escape no se calienta excesivamente aunque el motor 2 diésel esté en transición.

Además, la adición de combustible no se limita cuando sólo la desaceleración de la velocidad de motor NE es superior a la desaceleración de referencia, pero se limita cuando la velocidad de motor NE es superior a la desaceleración de referencia y una condición de funcionamiento del motor 2 que hace que la temperatura de escape sea alta ha continuado durante el periodo predeterminado. Por consiguiente, la adición de combustible se limita sólo cuando la condición de funcionamiento del motor 2 que está en transición calienta excesivamente el catalizador de purificación de escape, lo que mejora la precisión de la limitación de adición de combustible.

(B) Sin formar parte de la invención, se proporciona la misma ventaja (B) que la primera realización.

[Otras realizaciones]

5 (a) En la primera realización de la invención, la cantidad de adición de combustible fad se fija en cero cuando el indicador de limitación de adición de combustible Fac está activado en el proceso de aumento de temperatura (figura 3), prohibiendo de ese modo la adición de combustible. Sin embargo, por ejemplo, como un proceso de aumento de temperatura mostrado en la figura 8, la cantidad de combustible añadido puede disminuirse cuando el indicador Fac está activado.

10 A continuación se describirá el proceso de aumento de temperatura (figura 8). Este proceso se ejecuta en el mismo ciclo que el de la figura 3. Cuando se inicia este proceso, se fija una temperatura de lecho de catalizador objetivo Ttc (S302), y se calcula la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario Ts (S304). Los procesos de las etapas S302, S304 son los mismos que los procesos de las etapas S152, S154 de la figura 3.

15 Entonces, se calcula una cantidad de adición de combustible provisional fadd (S306). La cantidad de adición de combustible provisional fadd se calcula usando la ecuación 2, que es la misma ecuación usada para calcular la cantidad de adición de combustible fad en la etapa S158 de la figura 3.

20 Entonces, se valora si el indicador de limitación de adición de combustible Fac está desactivado (S308). Si el indicador Fac está desactivado, (resultado positivo en S308), la cantidad de adición de combustible provisional fadd se sustituye por la cantidad de adición de combustible fad (S310).

25 Si el indicador Fac está activado, (resultado negativo en S308), se calcula la cantidad de adición de combustible fad tal como se muestra en la siguiente ecuación 3.

[Ecuación 3]

$$\text{fad} \leftarrow \text{kd} \times \text{fadd}$$

30 En la ecuación (3), un coeficiente de disminución kd es menor que 1, y puede ser un valor fijo. Alternativamente, el coeficiente de disminución kd puede disminuirse a medida que se aumenta el valor (Td - Ts) o a medida que se aumenta la desaceleración de la velocidad de motor NE.

35 (b) En la etapa S202, que no forma parte de la invención, se valora el grado de disminución de la velocidad de motor NE. Alternativamente, pueden valorarse el grado de disminución de la carga de motor (la cantidad de inyección de combustible de la válvula 58 de inyección de combustible en esta realización), el grado de apertura de aceleración ACCP o la velocidad de vehículo. Además, en vez de usar uno de estos parámetros, pueden usarse en combinación el grado de disminución de dos o más de la velocidad de motor NE, la carga de motor, el grado de apertura de aceleración ACCP y la velocidad de vehículo. En este caso, cuando el grado de disminución de uno o ambos de los parámetros es superior a un grado de disminución de referencia, el resultado de la etapa S202 es positivo.

40 En la etapa S204, que no forma parte de la invención, se valora si la condición de funcionamiento inmediatamente anterior del motor 2 diésel hizo que la temperatura de escape fuese alta y duró durante el periodo de continuación de referencia. A diferencia de esto, puede detectarse directamente un estado a alta temperatura del gas de escape valorando si la temperatura de escape Texin detectada por el primer sensor 44 de temperatura de escape ha sido alta durante el periodo de continuación de referencia.

45 Alternativamente, el estado en el que la condición de funcionamiento inmediatamente anterior del motor 2 hace que la temperatura de escape sea alta se refiere a un estado en el que la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario Ts, que se obtiene basándose en la relación entre la carga de motor y la velocidad de motor NE, es alta. Sin embargo, en vez de la carga de motor, puede usarse el grado de apertura de aceleración ACCP.

50 Además, puede valorarse el estado que va a estar presente cuando se satisfacen los siguientes requisitos. Los requisitos son (1) la temperatura de lecho de catalizador dinámica Td es mayor que una temperatura de referencia, (2) la cantidad de aire de admisión GA es superior a una cantidad de aire de referencia, (3) el proceso de aumento de temperatura está ejecutándose, y (4) las temperaturas de escape Texin, Texout son ambas mayores que la temperatura de referencia. Si un estado en el que estas condiciones están presentes durante el periodo de continuación de referencia, el resultado de la etapa S204 es positivo.

55 La etapa S204 puede omitirse. En este caso, si el resultado de etapa S202 es positivo, se fija el indicador Fac en activado (S208).

60 (c) En el proceso de determinación para limitar la adición de combustible según la primera realización de la invención, si se satisface la desigualdad (Td - Ts > Tjd) (resultado positivo en S106), se fija el indicador Fac en

5 activado (S110). Sin embargo, en vez del requisito de la desigualdad ($T_d - T_s > T_{jd}$), puede añadirse el requisito de la etapa S204 del proceso de determinación (figura 6) para limitar la adición de combustible según la segunda realización. Es decir, puede configurarse que se fije el indicador Fac en activado (S110) cuando se satisfacen dos requisitos, que son que se satisfaga la desigualdad ($T_d - T_s > T_{jd}$) y que la condición de funcionamiento de motor inmediatamente anterior haga que la temperatura de escape sea alta y continúe durante el periodo de continuación de referencia.

10 (d) En el proceso de determinación para limitar la adición de combustible en la primera realización (figura 2) se devuelve el indicador de limitación de adición de combustible Fac a desactivado desde activado cuando las temperaturas de escape Texin, Texout son ambas menores que la temperatura de referencia de eliminación de límite Tc. En su lugar, el indicador Fac puede devolverse a desactivado cuando ha transcurrido un determinado periodo.

15 Es decir, después de que se fija el indicador Fac en activado, puede medirse el tiempo transcurrido, y cuando ha transcurrido un periodo de limitación de referencia predeterminado, puede devolverse el indicador Fac a desactivado.

20 El periodo de limitación de referencia puede fijarse más largo para un valor superior de la temperatura de catalizador en estado estacionario Ts, la temperatura de lecho de catalizador dinámica Td o la velocidad de motor NE en el momento en el que se fija el indicador Fac en activado desde desactivado.

25 (e) En la etapa S108, del proceso de determinación para limitar adición de combustible en la primera realización, se satisfacen los requisitos cuando las temperaturas de escape Texin, Texout son ambas menores que la temperatura de referencia de eliminación de límite Tc. En vez de esto, puede configurarse que los requisitos se satisfacen cuando una cualquiera de las temperaturas de escape Texin, Texout es menor que la temperatura de referencia de eliminación de límite Tc.

30 Alternativamente, en vez de usar las temperaturas de escape Texin, Texout, puede devolverse el indicador de limitación de adición de combustible Fac a desactivado cuando se valora la temperatura de lecho de catalizador dinámica Td es baja.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de control de catalizador de un motor (2) de combustión interna, en el que el aparato estima una temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario de un catalizador (38) de purificación de escape basándose en una condición de funcionamiento de la combustión interna con la suposición de que no está realizándose una adición de combustible, y en el que el aparato compara la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario y una temperatura de lecho objetivo y, basándose en una comparación entre la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario y la temperatura de lecho objetivo, hace que una válvula (68) de adición de combustible ubicada en una sección aguas arriba del catalizador (38) de purificación de escape añada combustible al gas de escape, oxidando de este modo el combustible en el catalizador (38) de purificación de escape para aumentar la temperatura de lecho de catalizador hasta la temperatura de lecho objetivo, comprendiendo el aparato:
- medios de estimación, en los que, con la suposición de que no está realizándose una adición de combustible desde la válvula de adición de combustible, los medios de estimación estiman una temperatura de lecho de catalizador dinámica del catalizador de purificación de escape basándose en un historial de la condición de funcionamiento del motor de combustión interna y una capacidad térmica de un sistema de escape; y
- medios de limitación que limitan la adición de combustible; caracterizado porque
- los medios de limitación limitan la adición de combustible cuando la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario es menor que la temperatura de lecho de catalizador dinámica estimada por los medios de estimación, y la diferencia entre la temperatura de lecho de catalizador en estado estacionario y la temperatura de lecho de catalizador dinámica es superior a una diferencia de temperatura de referencia.
2. Aparato de control de catalizador de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, caracterizado por medios de medición para medir una temperatura de escape,
- en el que los medios de limitación eliminan el límite para la adición de combustible cuando la temperatura de escape medida por los medios de medición disminuye hasta una temperatura de referencia de eliminación de límite.
3. Aparato de control de catalizador de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, caracterizado porque los medios de limitación eliminan el límite para la adición de combustible cuando la temperatura de lecho de catalizador dinámica del catalizador de purificación de escape, temperatura que se estima basándose en un historial de la condición de funcionamiento del motor de combustión interna y la capacidad térmica del sistema de escape con la suposición de que no está realizándose una adición de combustible desde la válvula de adición de combustible, disminuye hasta una temperatura de referencia de eliminación de límite.
4. Aparato de control de catalizador de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, caracterizado porque los medios de limitación eliminan el límite para la adición de combustible cuando el límite para la adición de combustible ha continuado durante un periodo de limitación de referencia predeterminado.
5. Aparato de control de catalizador de un motor de combustión interna según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque los medios de limitación limitan la adición de combustible prohibiendo la adición de combustible desde la válvula de adición de combustible.
6. Aparato de control de catalizador de un motor de combustión interna según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque los medios de limitación limitan la adición de combustible disminuyendo la cantidad de adición de combustible desde la válvula de adición de combustible.
7. Aparato de control de catalizador de un motor de combustión interna según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el catalizador de purificación de escape es un catalizador de oclusión-reducción de NOx, en el que el aumento de temperatura hasta la temperatura de lecho objetivo es un proceso realizado cuando se emite azufre desde el catalizador de oclusión-reducción de NOx envenenado con azufre.
8. Aparato de control de catalizador de un motor de combustión interna según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el catalizador de purificación de escape incluye un filtro para filtrar materia particulada en el gas de escape y una capa de un catalizador de oclusión-reducción de NOx formada en el filtro, en el que el aumento de temperatura hasta la temperatura de lecho objetivo es un proceso realizado cuando la materia particulada se elimina del filtro a través de oxidación.
9. Aparato de control de catalizador de un motor de combustión interna según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el motor de combustión interna es un motor diésel.

Fig.1

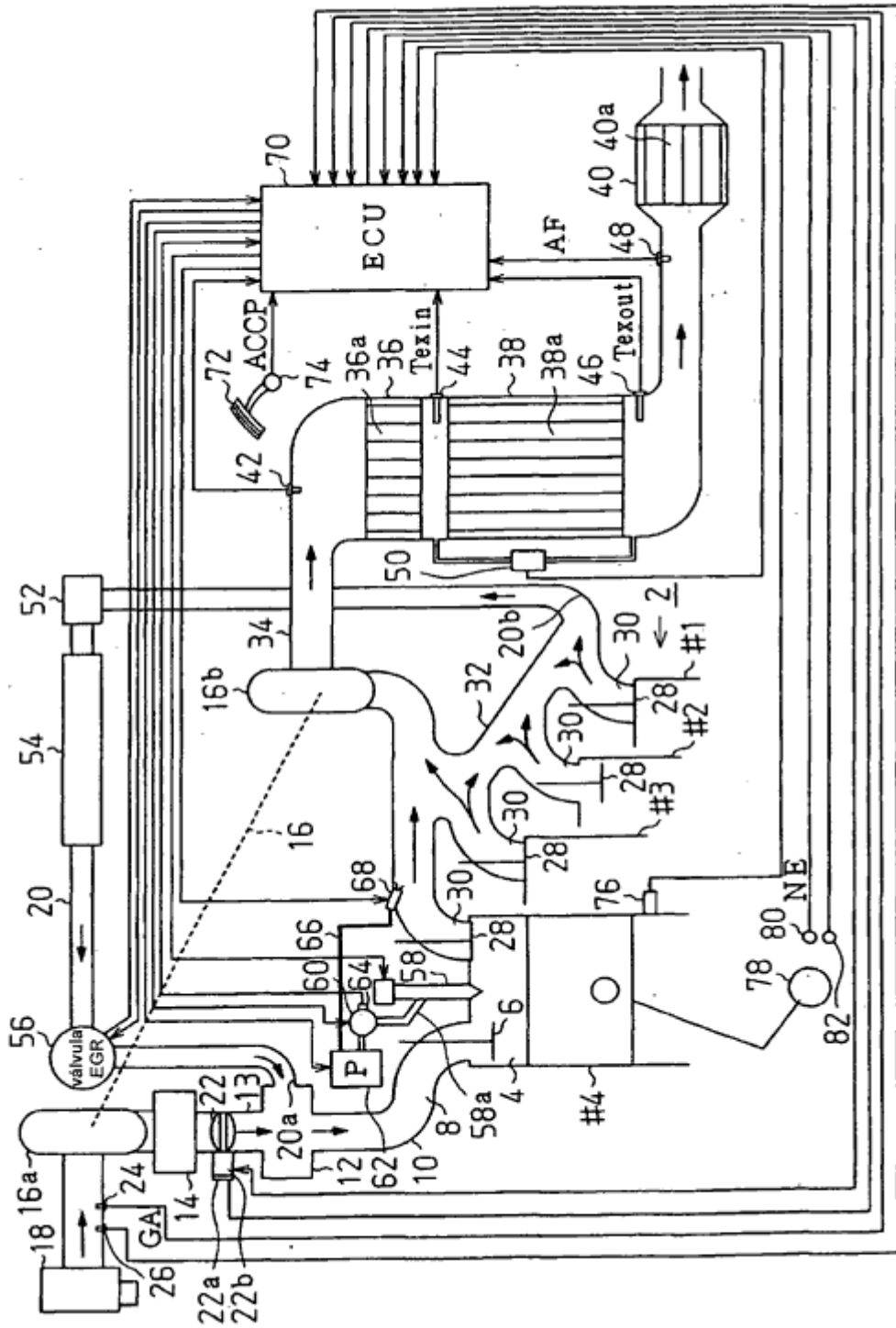


Fig.2

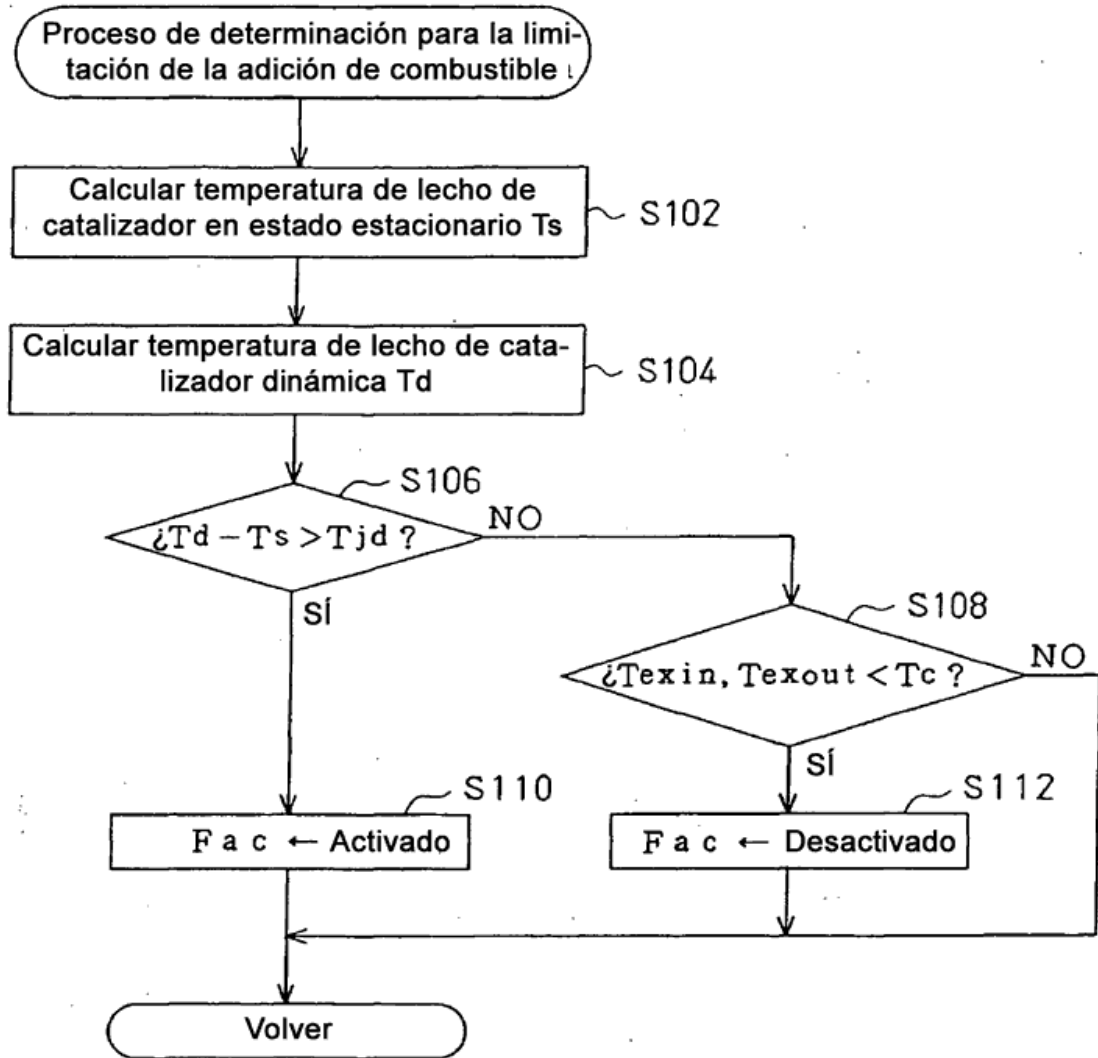


Fig.3

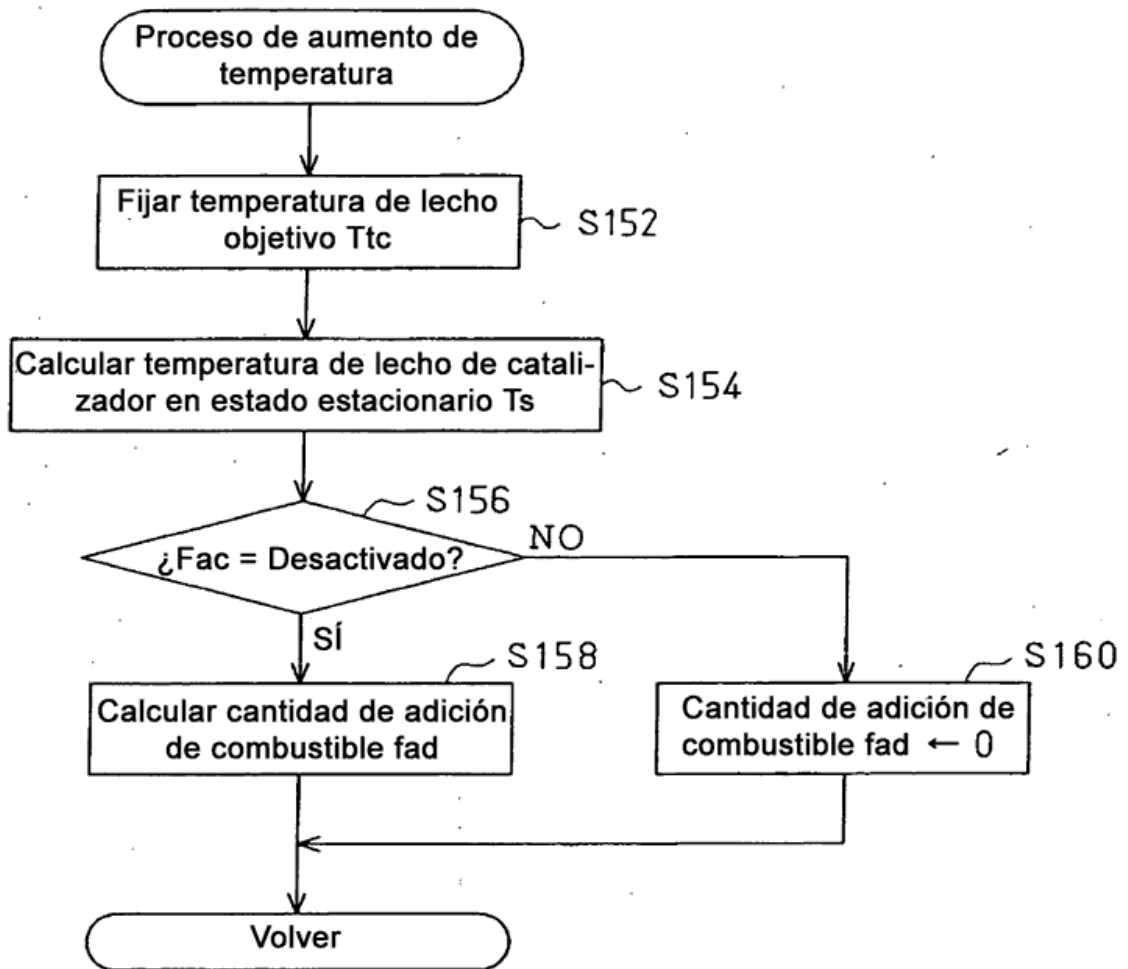


Fig.4

[Ejemplo de realización]

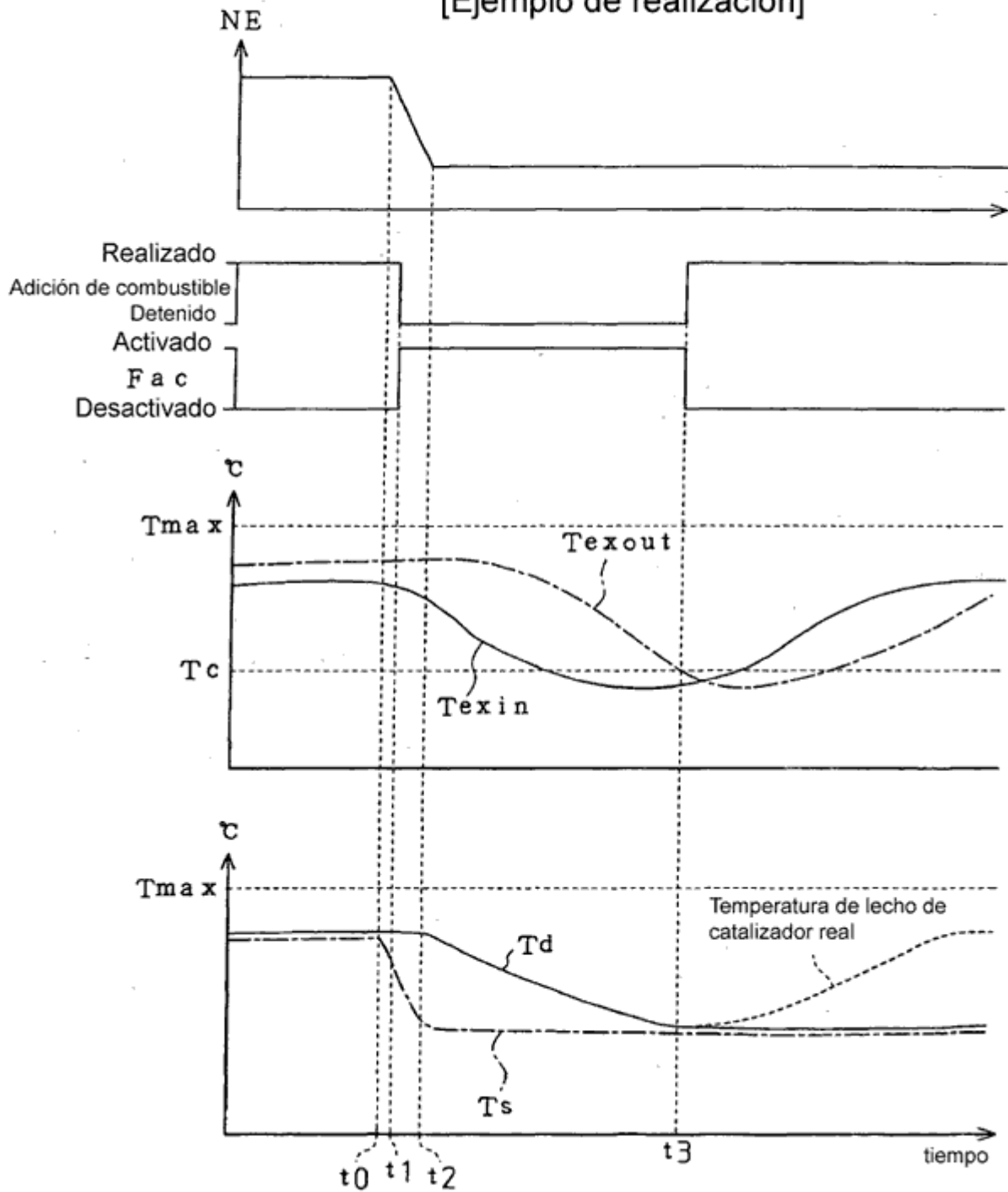


Fig.5

[Ejemplo de comparación]

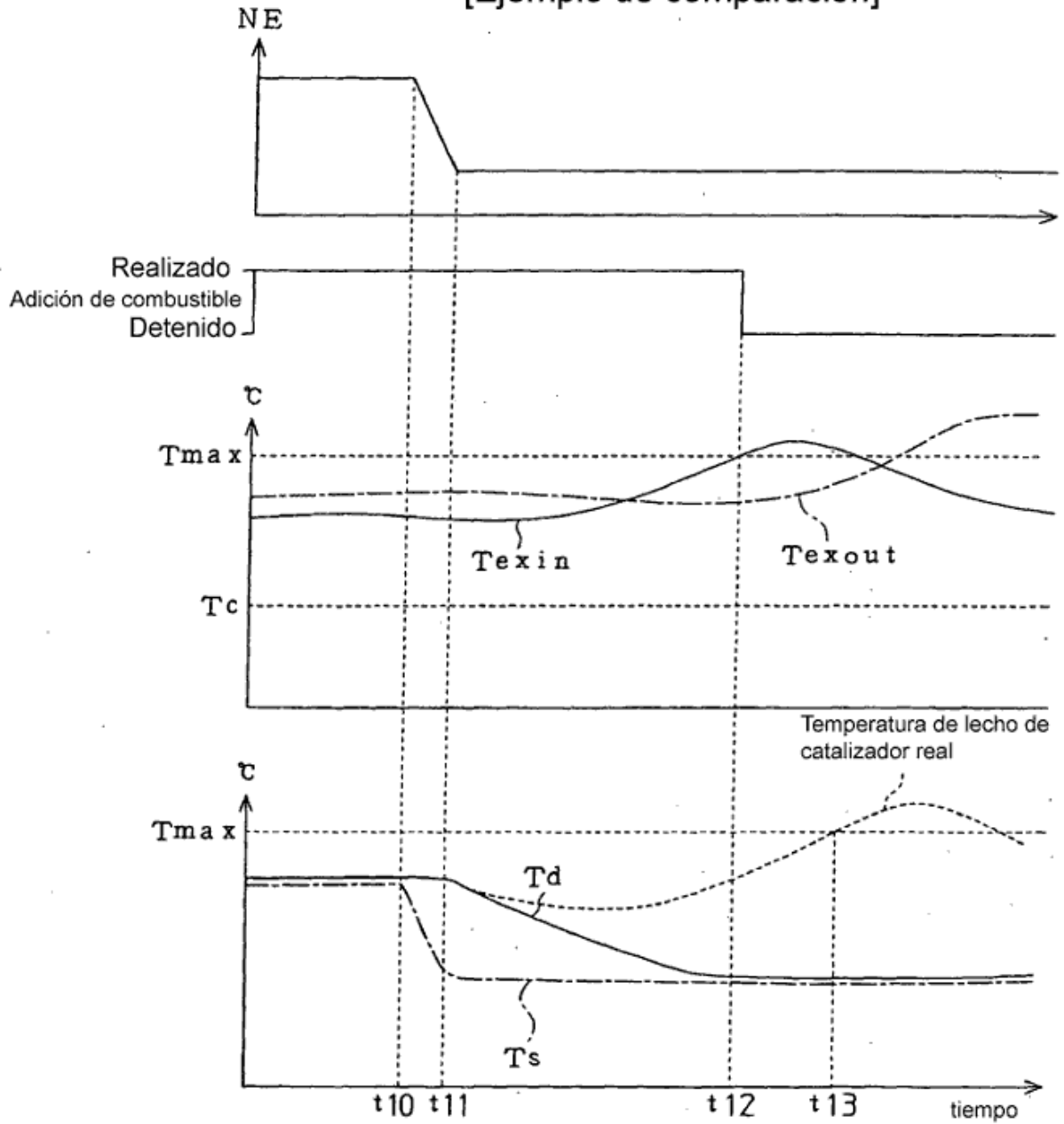


Fig.6

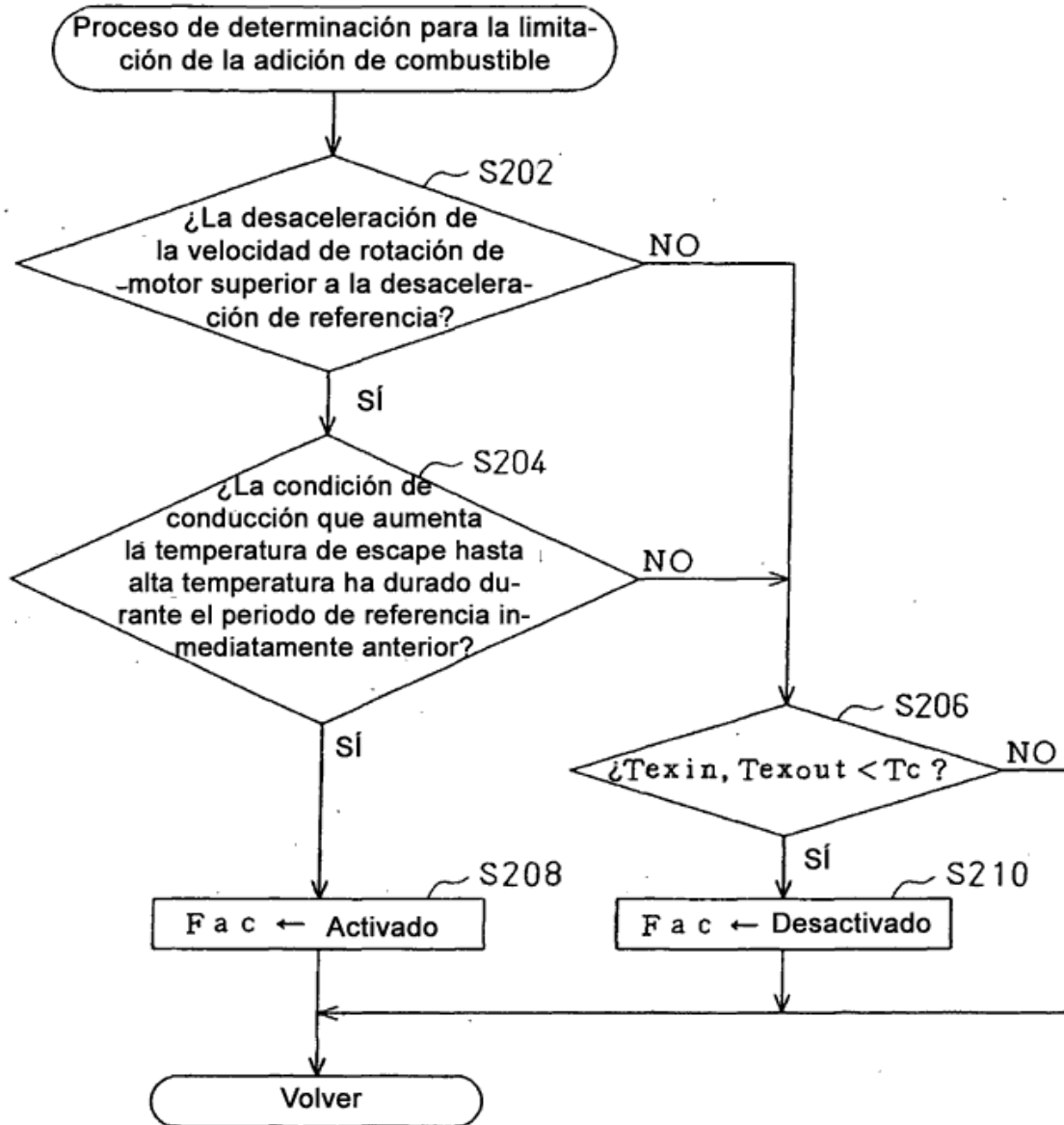


Fig.7

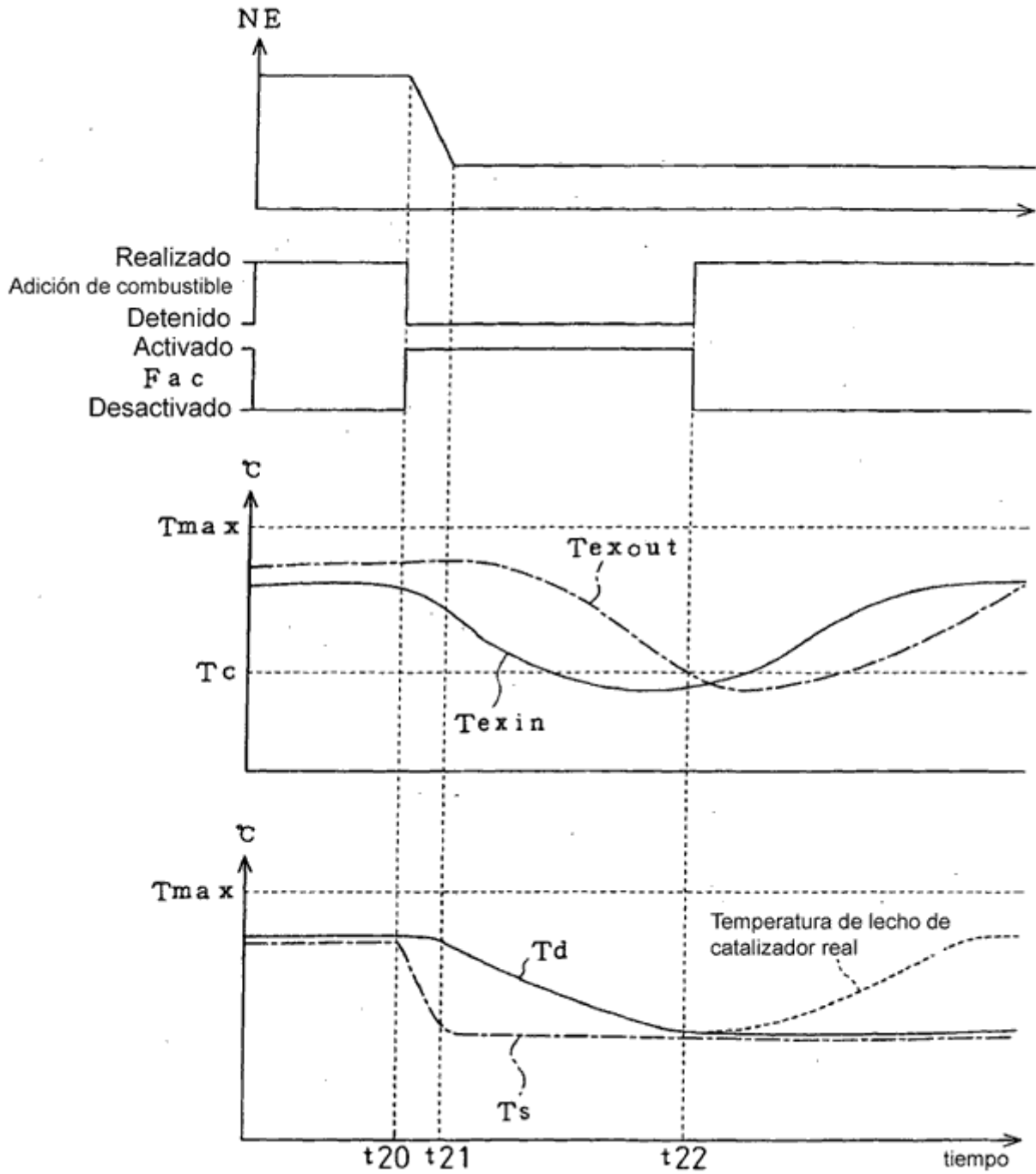


Fig.8

