

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 136**

51 Int. Cl.:

**F02D 41/02** (2006.01)

**F02D 41/14** (2006.01)

**F02D 41/00** (2006.01)

**F02D 41/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2004 E 04008984 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 1469180**

54 Título: **Método para gestionar catalizador de NOx**

30 Prioridad:

**15.04.2003 JP 2003110046**

**11.09.2003 JP 2003320029**

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

**09.05.2019**

73 Titular/es:

**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (50.0%)  
1, Toyota-cho  
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571, JP y  
KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI  
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**SUGIYAMA, TATSUMASA;  
TSUZUKI, MASATO;  
ISHIKAWA, MASAHIKO;  
KOBAYASHI, NOBUKI;  
TAHARA, JUN y  
KATO, HIDENAGA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 712 136 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**

Método para gestionar catalizador de NOx

**Antecedentes de la invención**

5 La presente invención está relacionada con un método para gestionar catalizador de almacenamiento de NOx dispuesto en un pasaje de escape de un motor diésel para reducir los NOx en los gases de escape, y, más específicamente, con un método para reproducir la función del catalizador de almacenamiento de NOx.

Convencionalmente, un catalizador de almacenamiento de NOx se equipa en el pasaje de escape de, por ejemplo, un motor diésel para almacenar eficientemente los óxidos de nitrógeno (NOx) en los gases de escape en una condición en la que el motor funciona al quemar una mezcla aire-combustible pobre.

10 El catalizador de almacenamiento de NOx tiene una propiedad para almacenar NOx cuando los gases de escape están en una atmósfera oxidante, y liberar NOx cuando los gases de escape están en una atmósfera reductora. Si en los gases de escape hay presente un reductor tal como un hidrocarburo (HC), los NOx liberados a los gases de escape reaccionan rápidamente con un reductor y se reducen a nitrógeno (N<sub>2</sub>).

15 En un motor de combustión interna con tal catalizador de almacenamiento de NOx equipado en el pasaje de escape, los NOx en los gases de escape se reduce (purifica) eficientemente al conmutar apropiadamente los gases de escape, que fluyen al catalizador de almacenamiento de NOx, entre la atmósfera oxidante y la atmósfera reductora.

20 En general, el combustible para el motor de combustión interna contiene componentes de azufre, y así los gases de escape contienen, además de NOx, componentes de azufre originados en los componentes de azufre en el combustible. El catalizador de componentes de azufre instalado en el pasaje de escape mientras se realiza un pre-proceso para bajar la relación aire-combustible de la mezcla aire-combustible quemado en el motor, dentro de un intervalo en el que no se afecta el estado de combustión del motor (intervalo de funcionamiento). De esta manera, al realizar simultáneamente el ajuste (pre-proceso) de la relación aire-combustible y la adición del agente reductor, el control de proceso-S suprime el consumo del agente reductor y así se lleva a cabo eficientemente.

25 Al realizar el pre-proceso que reduce (enriquece) la relación aire-combustible, es probable que cambie el estado de combustión del motor, y además, la propiedad de gases de escape. Así, en la fase inicial cuando se ejecuta el control de proceso-S, es difícil controlar la relación aire-combustible de los gases de escape a un valor óptimo para liberar los componentes de azufre acumulados en el catalizador de almacenamiento de NOx. Como resultado, hay una posibilidad de que la propiedad de gases de escape se deteriore temporalmente.

30 El documento DE 198 49 082 A1 describe un catalizador de almacenamiento de NOx y un método para gestionar el catalizador de almacenamiento de NOx. El catalizador puede ser usado en el pasaje de escape de un motor diésel y almacenar componentes de azufre que se liberarán de vez en cuando. Para liberar estos componentes, se pretende disminuir la relación aire-combustible de una mezcla aire-combustible que se va a quemar en el motor a fin de lograr que los componentes de azufre sean liberados y reducidos. Este proceso para liberar y reducir los componentes de azufre almacenados se inicia cuando se satisface una condición de inicio predeterminada. Según la descripción, columna 2, una liberación y una reducción de los componentes de azufre almacenados se logran cuando se disminuye la relación aire-combustible durante un cierto periodo de tiempo en donde el periodo de tiempo será suficientemente largo como para lograr condiciones estables para la liberación y reducción de los componentes de azufre almacenados. Según este método, la disminución de la relación aire-combustible y la aportación de componentes de HC sueltos tienen lugar simultáneamente.

**40 Compendio de la invención**

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para procesar eficientemente los componentes de azufre acumulados en un catalizador de almacenamiento de NOx sin deteriorar la propiedad de escape del catalizador de almacenamiento de NOx dispuesto en el pasaje de escape de un motor diésel.

El objeto anterior se logra por los rasgos de la reivindicación 1.

**45 Breve descripción de los dibujos**

La invención, junto con objetos y ventajas de la misma, puede entenderse mejor por referencia a la siguiente descripción de la realización preferida actualmente junto con los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 es una vista esquemática de configuración que muestra un motor diésel según una primera realización de la presente invención;

50 la figura 2 es un gráfico de tiempo que muestra la transición de la relación aire-combustible de gas de escape observada durante un control de proceso-S;

la figura 3 es un diagrama de flujo que muestra procedimientos específicos del control de proceso-S según la primera

realización;

la figura 4 es un diagrama esquemático que muestra un motor diésel según una segunda realización de la presente invención;

5 la figura 5 es un diagrama de flujo que muestra procedimientos específicos del control de proceso-S según la segunda realización;

las figuras 6(a) a 6(g) con gráficos de tiempo que muestran respectivamente cambios para un modo de combustión, un contador de retraso, un ángulo de apertura de una válvula estranguladora, un ángulo de apertura de una válvula de EGR, un contador de graduación, una cantidad de inyección de combustible, y una marca de permiso F durante la realización del proceso-S;

10 la figura 7 es un diagrama de flujo que muestra procedimientos para realizar un modo de combustión a temperatura baja y procedimientos para establecer la marca de permiso F; y

15 proceso para añadir un agente reductor a un lado aguas arriba del catalizador de almacenamiento de NOx en el pasaje de escape. El segundo proceso se inicia cuando se cumple una condición de inicio predeterminada después de iniciarse el primer proceso. La condición de inicio es que la relación aire-combustible de los gases de escape del lado aguas arriba, que es el gas de escape en el lado aguas arriba del catalizador de almacenamiento de NOx en el pasaje de escape, es estable.

### Breve descripción de los dibujos

La invención, junto con objetos y ventajas de la misma, puede entenderse mejor por referencia a la siguiente descripción de la realización preferida actualmente junto con los dibujos adjuntos en los que:

20 la figura 1 es una vista esquemática de configuración que muestra un motor diésel según una primera realización de la presente invención;

la figura 2 es un gráfico de tiempo que muestra la transición de la relación aire-combustible de gas de escape observada durante un control de proceso-S;

25 la figura 3 es un diagrama de flujo que muestra procedimientos específicos del control de proceso-S según la primera realización;

la figura 4 es un diagrama esquemático que muestra un motor diésel según una segunda realización de la presente invención;

la figura 5 es un diagrama de flujo que muestra procedimientos específicos del control de proceso-S según la segunda realización;

30 las figuras 6(a) a 6(g) con gráficos de tiempo que muestran respectivamente cambios para un modo de combustión, un contador de retraso, un ángulo de apertura de una válvula estranguladora, un ángulo de apertura de una válvula de EGR, un contador de graduación, una cantidad de inyección de combustible, y una marca de permiso F durante la realización del proceso-S;

35 la figura 7 es un diagrama de flujo que muestra procedimientos para realizar un modo de combustión a temperatura baja y procedimientos para establecer la marca de permiso F; y

la figura 8 es un diagrama de flujo que muestra procedimientos para realizar un modo de combustión a temperatura baja y procedimientos para establecer la marca de permiso F.

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

40 Ahora se describirá un aparato purificador de escape (sistema de control de emisiones de escape) de un motor diésel según una primera realización de la presente invención.

[Estructura y función del motor]

45 Haciendo referencia a la figura 1, un motor de combustión interna 1 (más adelante en esta memoria se le hace referencia como "motor") es un motor diésel de cuatro cilindros en línea del que las partes principales incluyen un sistema de inyección de combustible 10, una cámara de combustión 20, un pasaje de admisión 30, y un pasaje de escape 40.

50 Primero, el sistema de inyección de combustible 10 incluye una bomba de suministro 11, un conducto común 12, válvulas de inyección de combustible 13, una válvula de adición de combustible 14, un pasaje de combustible de motor P1, y un pasaje de adición de combustible P2. La bomba de suministro 11 sube la presión del combustible bombeado desde el depósito de combustible (no se muestra) a un valor alto y, suministra el combustible al conducto común 12 a través del pasaje de combustible de motor P1. El conducto común 12 funciona como cámara de acumulación para

5 mantener el combustible a alta presión suministrado desde la bomba de suministro 11 a una presión predeterminada (presión de acumulación), y luego asigna dicho combustible almacenado a cada una de las válvulas de inyección de combustible 13. Cada válvula de inyección de combustible 13 es una electroválvula que incorpora un solenoide electromagnético (no se muestra) y se abre apropiadamente para inyectar o suministrar el combustible a la cámara de combustión 20. La bomba de suministro 11 suministra algo del combustible bombeado desde el depósito de combustible a la válvula de adición de combustible 14 a través del pasaje de adición de combustible P2. La válvula de adición de combustible 14 es una electroválvula que incorpora un solenoide electromagnético (no se muestra), y añade una cantidad apropiada de combustible, que funciona como agente reductor, al lado aguas arriba de una carcasa catalítica 41 del pasaje de escape 40 en una temporización apropiada.

10 Una válvula estranguladora 31 proporcionada en el pasaje de admisión 30 es una válvula de conmutación controlada electrónicamente que tiene un ángulo de apertura que se puede ajustar de manera no escalonada. La válvula estranguladora 31 funciona, en una condición predeterminada, para cambiar el área de flujo del aire de admisión y ajustar el suministro (flujo) del aire de admisión.

15 Además, la carcasa catalítica 41 se proporciona en el lado aguas abajo de la válvula de adición de combustible 14 del pasaje de escape 40. Un conocido filtro de partículas de flujo en pared hecho principalmente de un material poroso se acomoda dentro de la carcasa catalítica 41. Un catalizador de almacenamiento de NOx conocido de tipo reducción de almacenamiento (más adelante en esta memoria se le hace referencia como catalizador de almacenamiento de NOx) es llevado en la superficie del filtro de partículas. El catalizador de almacenamiento de NOx consiste en un catalizador de almacenamiento de NOx y un catalizador de metales preciosos.

20 En cada parte del motor 1 se instalan diversos tipos de sensores para sacar una señal relacionada con la condición ambiental de la parte pertinente o el estado de funcionamiento del motor 1. Por ejemplo, un sensor de concentración de oxígeno 60 proporcionado en el lado aguas arriba de la carcasa catalítica 41 del pasaje de escape 40 tiene como salida una señal de detección que cambia continuamente en respuesta a la concentración de oxígeno en los gases de escape. La señal de detección del sensor de concentración de oxígeno 60 refleja, además de la relación aire-combustible de la mezcla aire-combustible para la combustión de motor, la cantidad del reductor suministrado a los gases de escape a través de la válvula de adición de combustible 14, y así actúa como índice que representa directamente las cantidades del componente oxidante (oxígeno (O<sub>2</sub>) y similares) y el reductor (hidrocarburo (HC) y similares) en los gases de escape. A la relación de componentes del componente oxidante y el reductor en los gases de escape derivada de la señal de detección del sensor de concentración de oxígeno 60 se le hace referencia como la relación aire-combustible (A/FEHT) de los gases de escape. Si aumenta el agente reductor suministrado a través de la válvula de adición de combustible 14, la relación aire-combustible de los gases de escape se vuelve relativamente baja (enriquece) con respecto a la relación aire-combustible A/F de la mezcla aire-combustible usada para la combustión de motor. Si la cantidad del agente reductor suministrado a través de la válvula de adición de combustible 14 es "0", la relación aire-combustible de los gases de escape es sustancialmente igual a la relación aire-combustible de la mezcla aire-combustible para la combustión de motor. El sensor de concentración de oxígeno 60 se conecta eléctricamente a una unidad de control electrónico (ECU) 50.

40 La ECU 50 tiene un circuito de funcionamiento lógico que consiste en una unidad de procesamiento central (CPU), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM) una RAM de respaldo, un contador de temporizador 95 y similares. La ECU 50 realiza diversos tipos de control relacionados con el estado de funcionamiento del motor 1. Por ejemplo, en una condición predeterminada, la ECU 50 ejecuta un control (control de retroinformación) para hacer funcionar la válvula de inyección de combustible 13 de modo que la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape derivada de la señal de detección del sensor de concentración de oxígeno 60 converge o se aproxima a un objetivo de valor. Además, en una condición predeterminada, la ECU 50, basándose en el estado de funcionamiento del motor 1, ejecuta un control (control de preacción) para hacer funcionar la válvula de inyección de combustible 13 con referencia a un mapa (no se muestra) establecido por adelantado.

[Función del catalizador de almacenamiento de NOx]

Como se ha indicado anteriormente, el catalizador de almacenamiento de NOx consiste en un catalizador de almacenamiento de NOx y un catalizador de metales preciosos.

50 El catalizador de almacenamiento de NOx puede almacenar NOx si la concentración de oxígeno en los gases de escape es alta, y liberar los NOx almacenados si la concentración de oxígeno en los gases de escape es baja (concentración del reductor es alta). Además, si en los gases de escape hay presente HC o CO y similares cuando se libera NOx a los gases de escape, el catalizador de óxidos de metales preciosos libera HC y CO, y como resultado, ocurre una reacción de oxidación-reducción entre los NOx, o el componente oxidante, y el HC o CO, o el reductor. En otras palabras, el HC o CO se oxida a H<sub>2</sub>O o CO<sub>2</sub>, y los NOx se reducen a N<sub>2</sub>.

55 Si el catalizador de almacenamiento de NOx almacena una cantidad límite predeterminada de NOx incluso si la concentración de oxígeno en los gases de escape es alta, el catalizador de almacenamiento de NOx no almacena los NOx más de la cantidad límite. En el motor 1, el reductor es suministrado intermitentemente al lado aguas arriba de la carcasa catalítica 41 del pasaje de escape 40 al añadir combustible, y así aumenta la concentración del reductor en los gases de escape. Antes de que la cantidad de los NOx almacenada por el catalizador de almacenamiento de NOx

alcanza la cantidad límite, el reductor libera o reduce-purifica periódicamente los NOx almacenados en el catalizador de almacenamiento de NOx. Esto recupera la capacidad de almacenamiento de NOx del catalizador.

[Esbozo del control de proceso-S]

5 Los componentes de azufre originados desde los componentes de azufre contenidos en el combustible se acumulan en el catalizador de almacenamiento de NOx (u ocurre envenenamiento con S) conforme el motor continúa funcionando. La ECU 50 ejecuta el control de proceso de azufre (proceso-S) para retirar los componentes de azufre acumulados en el catalizador de almacenamiento de NOx.

10 El control de proceso-S satisface una condición particular definida por la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape expuestos al catalizador de almacenamiento de NOx al, por ejemplo, controlar la impulsión de la válvula de adición de combustible 14 o controlar el estado de combustión del motor 1.

La figura 2 es un ejemplo de un gráfico de tiempo que muestra la transición de la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape observada cuando se ejecuta el control de proceso-S.

15 Cuando se hace una petición para ejecutar el control de proceso-S (tiempo t1), la ECU 50 realiza un pre-proceso (primer proceso) para bajar (enriquecer) la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape a un objetivo de valor predeterminado (por ejemplo, aproximadamente 25: más adelante en esta memoria se le hace referencia como valor de pre-proceso de relación aire-combustible) de modo que el combustible, en un estado atomizado, suministrado por adición de combustible actúa eficientemente sobre el catalizador de almacenamiento de NOx. El pre-proceso puede ser realizado, por ejemplo, estrechando la válvula estranguladora 31, y reduciendo la cantidad de aire atraído a la cámara de combustión 20. El pre-proceso puede ser realizado controlando la temporización y la cantidad de inyección de combustible a través de las válvulas de inyección de combustible 13. Por ejemplo, además de llevar a cabo la mayoría de la inyección de combustible cerca del punto muerto superior de compresión para obtener energía de motor, se puede realizar una sub-inyección de combustible en una temporización diferente para bajar (enriquecer) la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape.

25 Después de que la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape alcanza el valor de pre-proceso de relación aire-combustible  $\alpha$  con el pre-proceso, se inicia el proceso real de liberar azufre (proceso de descarga-S, o segundo proceso) (tiempo t2). Con el inicio del proceso de descarga-S, la adición intermitente de combustible se lleva a cabo a través de la válvula de adición de combustible 14. Así, la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape fluctúa repetidamente entre rica (A/FEHT =  $\beta$  (por ejemplo, aproximadamente 14) y pobre (A/FEHT =  $\alpha$ ). Además, debido al calor de reacción generado cuando el combustible adicional se oxida en la carcasa catalítica 41, la temperatura de lecho del catalizador de almacenamiento de NOx aumenta a un valor predeterminado (por ejemplo, aproximadamente 700 °C), y generalmente es mantenida en un valor constante.

30 La fácil liberación de componentes de azufre acumulados en el catalizador de almacenamiento de NOx está relacionada con la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape. En general, conforme baja (enriquece) la relación aire-combustible A/FEHT de gas de escape, los componentes de azufre son liberados más eficientemente.

35 [Ajuste del tiempo de espera TS]

40 Cuando se realiza el pre-proceso que implica bajar (enriquecer) la relación aire-combustible, es probable que cambie el estado de combustión, además, la propiedad de escape del motor. Esto es porque cuando el objetivo de valor de la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape se cambia enormemente con el inicio del pre-proceso, se vuelve difícil que la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape converja rápidamente al objetivo de valor. Como resultado, cuando el proceso de descarga-S se inicia al mismo tiempo que el inicio del pre-proceso, o justo después del inicio del pre-proceso, la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape tiende a desviarse fácilmente del objetivo de valor en la primera etapa del proceso de descarga-S.

45 Si el control para converger la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape al objetivo de valor se lleva a cabo como control de retroinformación basado en la señal de detección del sensor de concentración de oxígeno 60, la fluctuación de la relación aire-combustible A/FEHT debido a cambio significativo en el objetivo de valor también se vuelve significativa.

50 En la presente realización, después del inicio del pre-proceso, el tiempo necesario para que la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape se estabilice alrededor del valor de pre-proceso de relación aire-combustible  $\alpha$  se establece por adelantado como tiempo de espera TS. El proceso de descarga-S se inicia después de que ha transcurrido el tiempo de espera TS. Así, en el proceso de descarga-S, se mejora la controlabilidad, especialmente en la fase inicial (convergencia de la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape al objetivo de valor).

55 Si, por otro lado, se cumple una condición predeterminada, el establecimiento del tiempo de espera TS se cancela, y el proceso de descarga-S se inicia al mismo tiempo que el inicio del pre-proceso o justo después del inicio del pre-proceso.

Por ejemplo, si la cantidad de aire de admisión del motor 1 es bastante baja, la realización de almacenamiento O<sub>2</sub> (capacidad) del catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub> se lleva a cabo durante mucho tiempo. Así, el catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub> purifica más eficientemente el excesivo reductor. Por lo tanto, en la presente realización, si la cantidad de aire de admisión GA es menor que un valor predeterminado, o si el efecto de almacenamiento de O<sub>2</sub> del catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub> es alto, se cancela el establecimiento del tiempo de espera TS.

Además, en el catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub>, la capacidad de almacenamiento de O<sub>2</sub> disminuye conforme transcurre el tiempo cuando se está usando. En otras palabras, si la extensión de la degradación del catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub> es pequeña, el catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub> purifica el excesivo reductor a una eficiencia suficientemente alta incluso si el excesivo reductor fluye entrando al catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub> debido a la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape. Así, en la presente realización, se deriva un índice numérico (más adelante en esta memoria se le hace referencia como un índice de degradación de catalizador) CATDG que representa la extensión de la degradación del catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub>, tal como la duración de uso del catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub> o el flujo total de los gases de escape que ha pasado el catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub>. Si el índice de degradación de catalizador CATDG es menor que un valor predeterminado, o si el efecto de almacenamiento de O<sub>2</sub> del catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub> es alto, se cancela el establecimiento del tiempo de espera TS.

Además, en la presente realización, para realizar el pre-proceso y el proceso de descarga-S, el control de retroinformación basado en la señal de detección del sensor de concentración de oxígeno 60 se lleva a cabo de modo que la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape converge al objetivo de valor. Cuando se realiza el pre-proceso o el proceso de descarga-S, se monitoriza la desviación entre el valor de medición real (valor basado en la señal del sensor de concentración de oxígeno 60) A/FEHT, que corresponde al estado de funcionamiento de diversos componentes (válvula de inyección de combustible 13, válvula de adición de combustible 14, válvula estranguladora 31 y similares) del motor 1, y el objetivo de valor, y se almacena la desviación como valor de aprendizaje FAFG. En la subsiguiente realización del pre-proceso y el proceso de descarga-S, se usa el valor de aprendizaje FAFG para corregir el funcionamiento de la válvula de inyección de combustible 13, la válvula de adición de combustible 14, la válvula estranguladora 31 y similares. Así, se mejora la velocidad y precisión de convergencia de la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape al objetivo de valor en el pre-proceso y el proceso de descarga-S. En la presente realización, si el establecimiento del valor de aprendizaje FAFG ya se ha completado (si el valor de aprendizaje FAFG ya está almacenado), se cancela el establecimiento del tiempo de espera TS. Aquí, el valor de aprendizaje FAFG se establece preferiblemente para que sea un valor numérico que difiere para cada región de funcionamiento (intervalo de funcionamiento determinado por, por ejemplo, la carga y la velocidad) del motor 1.

[Procedimientos específicos del proceso-S]

La figura 3 es un diagrama de flujo que explica procedimientos específicos (rutinas) del proceso-S según la presente realización. Esta rutina se ejecuta repetidamente en un intervalo de tiempo predeterminado por medio de la ECU 50 después de arrancar el motor 1.

En esta rutina, la ECU 50 adquiere primero, en la etapa S101, diversa información (por ejemplo, cantidad de inyección de combustible Q o velocidad de motor NE) que refleja el estado de funcionamiento del motor 1.

En la etapa S102, la ECU 50 determina si se está haciendo actualmente una petición para el proceso-S, esto es, si en el catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub> se acumulan componentes de azufre que superan la cantidad predeterminada. Si en la etapa S102 se hace una decisión afirmativa (SÍ), el procesamiento por parte de la ECU 50 procede a la etapa S103. Sin embargo, si en la etapa S102 se toma una decisión negativa (NO), el proceso de la ECU 50 se ramifica. En la etapa S102 se toma una decisión negativa no únicamente en situaciones donde no se ha llevado a cabo el proceso de descarga-S porque no hay necesidad del proceso de descarga-S, sino también en situaciones donde ya se ha realizado el proceso de descarga-S y ya se ha liberado una cantidad suficiente de componentes de azufre desde el catalizador de almacenamiento de NO<sub>x</sub>. Además, si se está llevando a cabo el pre-proceso y el proceso de descarga-S cuando en la etapa S102 se toma la decisión negativa, la ECU 50 interrumpe (o termina) el pre-proceso y el proceso de descarga-S que está siendo realizado en la etapa S110.

En la etapa S103, la ECU 50 inicia el pre-proceso (o continúa la realización del pre-proceso). Aquí, la ECU 50 establece el tiempo de espera TS que corresponde al inicio del pre-proceso y el estado de funcionamiento del motor 1, y se inicia la medición de tiempo.

En la serie de las etapas S104, S105 y S106, la ECU 50 determina si la cantidad de aire de admisión GA es mayor o igual que un valor predeterminado y (S104), si el índice de degradación de catalizador CATDG es mayor o igual que un valor predeterminado  $\sigma$  (S105), y si el aprendizaje de relación aire-combustible está incompleto (S106). Si en todas las etapas S104, S105 y S106 se toma una decisión afirmativa (SÍ), el proceso por parte de la ECU 50 procede a S107. Sin embargo, si alguna de las decisiones tomadas en la etapa S104, S105 o S106 es una decisión negativa (NO), el proceso por parte de la ECU 50 salta a la etapa S108. En la etapa S108, la ECU 50 inicia el proceso de descarga-S (o continúa para realizar el proceso de descarga-S).

Además, en la etapa S107, la ECU 50 determina si la duración tiempo tx del pre-proceso es mayor o igual que el

tiempo de espera TS (establecido cuando se inicia el presente pre-proceso), y si la decisión es una decisión afirmativa (SÍ), se inicia el proceso de descarga-S (o continúa la realización del proceso de descarga-S) en la etapa S108. Por otro lado, si en la etapa S107 se toma una decisión negativa (NO), el proceso por parte de la ECU 50 se ramifica.

5 En el método para gestionar el catalizador de almacenamiento de NOx para llevar a cabo el control de proceso-S siguiendo los procedimientos anteriores, después de iniciarse el proceso de descarga-S, la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape converge rápidamente al objetivo de valor (valor idóneo para liberar los componentes de azufre acumulados en el catalizador de almacenamiento de NOx). Por ejemplo, la relación aire-combustible A/FEHT no disminuye (enriquecer) excesivamente con el inicio del proceso de descarga-S. Así, después del inicio del proceso de descarga-S, se suprime eficazmente la generación de humos blancos o un olor sulfuroso durante la fase inicial.

10 Basado en una configuración simple de control en la que el tiempo de espera TS se establece sobre la base del estado de funcionamiento del motor 1, se mejora la controlabilidad de la relación aire-combustible de los gases de escape por el segundo proceso. Por ejemplo, no es necesaria una configuración complicada de control para confirmar la estabilidad de la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape.

15 Al cancelar el tiempo de espera TS en condiciones específicas ("GA< $\gamma$ ", "CATDG< $\sigma$ " o "el estableciendo del valor de aprendizaje FAFG está completo"), se acorta en conjunto el tiempo requerido para el proceso de liberar los componentes de azufre acumulados en el catalizador de almacenamiento de NOx. Así, se reduce el combustible necesario para dicho proceso o el consumo del agente reductor.

20 El valor de aprendizaje FAFG refleja la cantidad de cambio en la relación aire-combustible de los gases de escape resultante del pre-proceso. Así, la cantidad de agente reductor que se añade durante el proceso de descarga-S se ajusta óptimamente teniendo en consideración la cantidad de cambio en la relación aire-combustible de los gases de escape resultante del pre-proceso. Como resultado, incluso si se cancela el tiempo de espera TS, las características de gas de escape no se deterioran cuando se inicia el proceso de descarga-S, y se liberan eficientemente los componentes de azufre acumulados en los catalizadores de almacenamiento de NOx.

25 En la presente realización, el tiempo de espera TS se determina sobre la base del estado de funcionamiento del motor 1 en el momento del inicio del pre-proceso. El efecto de la presente realización todavía se puede obtener incluso si se usa un valor numérico predeterminado. Además, según el cambio en el estado de funcionamiento del motor 1 después del inicio (durante la realización) del pre-proceso, se puede acortar o extender el tiempo de espera TS.

30 En lugar de la configuración de control para establecer el tiempo de espera TS, después del inicio del pre-proceso, por ejemplo, se puede monitorizar la anchura de fluctuación de la salida del sensor de concentración de oxígeno 60 y cuando se determina que la relación aire-combustible de gas de escape es suficientemente estable (relación aire-combustible de los gases de escape ha convergido suficientemente al objetivo de valor), se puede iniciar el proceso de descarga-S. En este caso, la configuración de control es más complicada pero se mejorará aún más la precisión de control.

35 Además, el sensor de concentración de oxígeno y similares se puede instalar en el lado aguas abajo del catalizador de almacenamiento de NOx en el pasaje de escape 40, y se puede calcular el índice de degradación de catalizador CATDG haciendo referencia a la historia de transición de la señal de detección del sensor de concentración de oxígeno 60 correspondiente al estado de funcionamiento del motor 1.

40 Además, en la etapa S104 de la rutina control de proceso-S, se adopta una condición de que la "cantidad de aire de admisión es mayor o igual que el valor predeterminado". En lugar de este tipo de condición, se pueden establecer otras condiciones que indican que "cualquier parámetro relacionado con la cantidad de aire de admisión es mayor o igual que un valor predeterminado", tal como "la cantidad de opresión del pedal de acelerador es mayor o igual que un valor predeterminado" o "la cantidad de inyección de combustible a través de la válvula de inyección de combustible 13 es mayor o igual que un valor predeterminado". Esto es, el parámetro usado en la etapa S104 no tiene que ser la propia cantidad de aire de admisión siempre que el parámetro esté relacionado con la cantidad de aire de admisión.

45 Además, el valor de aprendizaje FAFG adoptado para el ajuste de condición de la etapa S106 la rutina de control de proceso-S es un parámetro establecido con la realización del control de retroinformación sobre la base de la señal de detección del sensor de concentración de oxígeno 60. Sin embargo, el parámetro no se limita al valor de aprendizaje FAFG. Siempre que esté relacionado con la cantidad de cambio de la relación aire-combustible de los gases de escape resultante de la realización del pre-proceso, también se pueden usar como parámetro otros parámetros que tienen un significado similar al valor de aprendizaje FAFG.

50 Además, con relación al catalizador de almacenamiento de NOx, al usar diversos materiales que funcionan para reducir los NOx en los gases de escape, se pueden obtener efectos equivalentes o según los efectos de la presente realización.

Ahora se describirá con referencia a la figura 4 a la figura 8 una segunda realización de la presente invención.

55 La figura 4 muestra una configuración esquemática de un motor 1 según la segunda realización. El motor 1 se construye añadiendo un mecanismo EGR (recirculación gases de escape) 71 al motor 1 de la primera realización. Las

5 otras partes del motor 1 son las mismas que el motor 1 de la primera realización. El mecanismo de EGR 71 incluye un pasaje de EGR 72 y una válvula de EGR 73. El pasaje de EGR 72 conecta el lado aguas arriba de la carcasa catalítica 41 en el pasaje de escape 40 con el lado aguas abajo de la válvula estranguladora 31 en el pasaje de admisión 30. La válvula de EGR 73 abre y cierra para cambiar el área de flujo del pasaje de EGR 72 para ajustar el flujo de los gases de escape de recirculación (en adelante se le hace referencia como gas EGR).

10 La ECU 50 ejecuta un control de ángulo de apertura de la válvula estranguladora 31 y un control de ángulo de apertura de la válvula de EGR 73 sobre la base del estado de funcionamiento del motor 1. Por ejemplo, se lleva a cabo un control de retroinformación de cantidad de aire de admisión, en el que se ajusta el ángulo de apertura de la válvula de EGR 73, de modo que la cantidad de aire de admisión el objetivo de cantidad de aire de admisión (objetivo de valor por un revolución de motor 1) establecido sobre la base de la carga de motor (o cantidad de inyección de combustible) y la velocidad de motor NE. Además, se ejecuta un control de EGR para ajustar el ángulo de apertura de la válvula estranguladora 31 y el ángulo de apertura de la válvula de EGR 73 de modo que la eficiencia de EGR es el objetivo de eficiencia de EGR establecido sobre la base de la carga de motor (o cantidad de inyección de combustible) y la velocidad de motor NE.

15 Con relación al motor 1, el modo de combustión implicado en el control de EGR puede ser conmutado entre dos tipos de modos de combustión, un modo de combustión normal y un modo de combustión a temperatura baja. El modo de combustión a temperatura baja es un modo de combustión que ralentiza el aumento de la temperatura de combustión al introducir grandes cantidades de gas EGR a la cámara de combustión 20, y simultáneamente reducir los NOx y el humo. Un modo de combustión distinto al modo de combustión a temperatura baja es el modo de combustión normal para realizar control de EGR normal (es decir, no realización de EGR). En el modo de combustión a temperatura baja, con la introducción de grandes cantidades de gas EGR a la cámara de combustión 20, la cantidad de aire atraído a la cámara de combustión 20 disminuye. Esta disminución de la relación aire-combustible A/F de la mezcla para combustión del motor 1 y baja la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape. En la presente realización, el pre-proceso de bajar la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape al valor de pre-proceso de relación aire-combustible  $\alpha$  se logra al realizar el modo de combustión a temperatura baja.

20 Entre el modo de combustión a temperatura baja y el modo de combustión normal, difiere el valor óptimo de cada uno de los parámetros del sistema de inyección de combustible en el motor 1, tal como el tiempo de inyección de combustible y la cantidad de inyección de combustible. Así, cuando se conmuta entre los dos tipos de modos de combustión, los parámetros del sistema de inyección de combustible también necesitan ser cambiados al valor óptimo (objetivo de valor) que cumple el modo de combustión conmutado. Por ejemplo, cuando se conmuta desde el modo de combustión normal al modo de combustión a temperatura baja, el tiempo de inyección de combustible se cambia hacia el lado de avance, la presión de inyección de combustible se cambia hacia el lado de aumento, y la cantidad de inyección de combustible se cambia hacia el lado de aumento. La presión de inyección de combustible se aumenta con el avance del tiempo de inyección de combustible porque en el modo de combustión a temperatura baja, en la cámara de combustión 20 hay presente una gran cantidad de gas EGR, reduciendo así la capacidad de encendido. Por consiguiente, se tiene que mejorar la capacidad de encendido. Además, se aumenta la cantidad de inyección de combustible porque en el modo de combustión a temperatura baja, el par de salida del motor diésel 1 tiende a bajar con la introducción de una gran cantidad de gas EGR a la cámara de combustión 20. Así, se tiene que suprimir la bajada de par de salida.

30 Ahora, con referencia al diagrama de flujo en la figura 5, se explicarán procedimientos específicos (rutina) del proceso-S según la presente realización. La presente rutina se ejecuta para cada inyección de combustible en el motor 1 por medio de la ECU 50. En esta rutina, las etapas S203, S207 y S211 difieren de la primera realización, pero las otras etapas S201, S203-S206, S208 y S210 corresponden a las etapas S101, S103-S106, S108 y S110 en el diagrama de flujo de la figura 3 según la primera realización.

35 Con referencia a la figura 5, en la etapa S201, se adquiere diversa información que refleja el estado de funcionamiento del motor 1, y en la etapa S202, se toma una determinación de si se está haciendo una petición para el proceso-S. Si se toma una decisión afirmativa (SÍ), se inicia el modo de combustión a temperatura baja (o continúa la realización de modo de combustión a temperatura baja) para realizar el proceso-S en la etapa S203. Con la realización del modo de combustión a temperatura baja, se logra el pre-proceso y la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape comienza a disminuir hacia el valor de pre-proceso de relación aire-combustible  $\alpha$ . Además, en la etapa S203, después del inicio del modo de combustión a temperatura baja (pre-proceso), se establece a "1" (permitido) una marca de permiso F para determinar si se debe realizar el proceso de descarga-S en una condición predeterminada. Si en la etapa S202 se toma una decisión negativa (NO), y cuando se está realizando el modo de combustión a temperatura baja (pre-proceso) o el proceso de descarga-S, tales procesos se interrumpen o terminan (etapa S210). Además, la marca de permiso F se establece a "0" (prohibido) (S211).

40 En la serie de las etapas S204, S205, S206 tras la etapa S203, se toman determinaciones de si la cantidad de admisión GA es mayor o igual que un valor predeterminado y (S204), si el índice de degradación de catalizador CATDG es mayor o igual que un valor predeterminado un (S205), y si el aprendizaje de relación aire-combustible está incompleto (S206). Si en todas las etapas S204, S205 y S206 se toma una decisión afirmativa (SÍ), el proceso procede a S207. En la etapa S207, se toma una determinación de si la marca de permiso F para determinar si realizar el proceso de descarga-S es "1" (permitido). Si la marca de permiso F es "1" (permitido) en una condición predeterminada tras

realizar el modo de combustión a temperatura baja, en la etapa S207 se toma una decisión afirmativa (SÍ). Si la decisión tomada en la etapa S207 es SÍ, el procedimiento procede a la etapa S208 y se realiza el proceso de descarga-S (o se continúa el proceso de descarga-S), y se lleva a cabo adición intermitente de combustible a través de la válvula de adición de combustible 14.

5 Cuando en cualquiera de las etapas S204, S205 o S206 se toma una decisión negativa (NO), el proceso salta a la etapa S208 para realizar el proceso de descarga-S sin importar si la marca de permiso F es "1" (permitido).

Ahora con referencia al gráfico de tiempo de la figura 6 se explicará el esbozo de los procedimientos para establecer la marca de permiso F a "1" (permitido).

10 La marca de permiso F se establece a "1" (permitido) en una condición predeterminada después del inicio del modo de combustión a temperatura baja para realizar el proceso-S. En el modo de combustión a temperatura baja, contrario a la realización del modo de combustión normal, la válvula estranguladora 31 es controlada al lado de cierre y la válvula de EGR 73 es controlada al lado de apertura para introducir una gran cantidad de gas EGR a la cámara de combustión 20. Además, los parámetros del sistema de inyección de combustible, tal como el tiempo de inyección de combustible, la presión de inyección de combustible y la cantidad de inyección de combustible, son controlados a valores idóneos para el modo de combustión a temperatura baja.

15 Como se muestra en la figura 6(a), cuando el modo de combustión a temperatura baja para realizar el proceso-S se inicia en la temporización t3, el objetivo de ángulo de apertura de la válvula estranguladora 31 empieza a cambiar al lado de cierre (línea continua en la figura 6(c)) y el objetivo de ángulo de apertura de la válvula de EGR 73 empieza a cambiar al lado de apertura (línea continua en la figura 6(d)) en dicha temporización. Posteriormente, el ángulo de apertura real de la válvula estranguladora 31 empieza a cerrarse gradualmente con un retraso predeterminado de respuesta con respecto al cambio en el objetivo de ángulo de apertura (línea de trazos en la figura 6(c)), y el ángulo de apertura real de la válvula de EGR 73 también empieza a abrirse gradualmente con un retraso predeterminado de respuesta con respecto al cambio en el objetivo de ángulo de apertura (línea de trazos en la figura 6(d)). Además, con respecto a cambios en el ángulo de apertura real de la válvula estranguladora 31 y la válvula de EGR 73, también hay un retraso de respuesta en el aumento del flujo del gas EGR.

20 Hay un retraso de respuesta en el aumento del caudal del gas EGR implicado en el inicio del modo de combustión a temperatura baja, pero se puede llevar a cabo generalmente sin retraso de respuesta un cambio de cada parámetro del sistema de inyección de combustible a valores idóneos para el modo de combustión a temperatura baja. Por lo tanto, si el cambio, de cada uno de los parámetros anteriores se inicia simultáneamente con el inicio (t3) del modo de combustión a temperatura baja, se completarán cambios en cada parámetro antes de completarse el cambio del caudal del gas EGR, y surgirá un problema en que el valor de cada parámetro no corresponderá al flujo del gas EGR hasta que se complete el cambio del flujo del gas EGR.

25 Así, el cambio en cada parámetro se inicia con un retraso predeterminado, en otras palabras, con un retraso correspondiente al retraso de respuesta del flujo del gas EGR, desde el inicio (t3) del modo de combustión a temperatura baja. Más específicamente, un valor de contador de retraso C1 decrementado para cada inyección de combustible del motor 1 se establece a un valor inicial mayor que "0" como se muestra en la figura 6(b), y cuando dicho valor de contador de retraso C1 alcanza "0" (temporización t4), cada parámetro empieza a cambiar. Al retrasar el inicio de cambio de cada parámetro, no ocurrirá el problema mencionado anteriormente.

30 Además, un periodo predeterminado después del inicio del cambio de cada parámetro es un periodo de graduación en el que los parámetros se cambian gradualmente. Un periodo de graduación de este tipo se establece para evitar cambios repentinos de cada parámetro y para suprimir, por ejemplo, sacudidas implicadas en dichos cambios repentinos. Para establecer el periodo de graduación mencionado anteriormente se usa un valor de contador de graduación C2 en la figura 6(e). El valor de contador de graduación C2 se establece a un valor inicial, que es mayor que "0", cuando el valor de contador de retraso C1 alcanza "0" (temporización t4), y se decrementa para cada inyección de combustible del motor 1. El periodo de graduación es el periodo cuando el valor de contador de graduación C2 es mayor que "0" (t4-t5), y el valor inicial del valor de contador de graduación C2 se establece de modo que se completarán cambios de cada parámetro durante el periodo de graduación. La transición de uno de los parámetros, la cantidad de inyección de combustible, durante el periodo de graduación se muestra en la figura 6(f).

35 En la presente realización, cuando el valor de contador de graduación C2 decrementa a un valor predeterminado, por ejemplo "0" (temporización t5), la marca de permiso F se establece a "1" (permitido) como se muestra en la figura 6(g). Con el establecimiento de la marca de permiso F en "1", se inicia el proceso de descarga-S en la etapa S208 si en la etapa S207 de la figura 5 se toma una decisión afirmativa (SÍ). En este caso, el proceso de descarga-S se inicia cuando la marca de permiso F se vuelve "1" después del inicio del modo de combustión a temperatura baja (pre-proceso). Por lo tanto, después de iniciarse el modo de combustión a temperatura baja, el proceso de descarga-S no se realizará hasta que la marca de permiso F sea "1", en otras palabras, siempre que el valor de contador de graduación C2 sea mayor que "0", y durante dicho tiempo, la relación aire-combustible A/FEHT de gas de escape comienza a estabilizarse. Así, el proceso de descarga-S se inicia después de que la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape está estabilizada. Esto converge rápidamente la relación aire-combustible A/FEHT al objetivo de valor después del inicio del proceso-S.

La graduación de la cantidad de inyección de combustible al lado de aumento durante el periodo de graduación, o durante el periodo en el que el valor de contador de graduación C2 es mayor que "0", se lleva a cabo para cada inyección de combustible. Dicho aumento en la cantidad de inyección de combustible para cada inyección de combustible influye en la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape durante la realización del modo de combustión a temperatura baja (pre-proceso). El valor de contador de graduación C2 se decrementa para cada inyección de combustible, y así es un valor relacionado con la influencia en la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape implicado en el aumento de la cantidad de inyección de combustible para cada inyección de combustible. En la presente realización, el proceso de descarga-S se inicia en respuesta al valor de contador de graduación C2, o sobre la base del hecho de que el valor de contador de graduación C2 ha alcanzado "0". Así, en el motor 1 en el que la cantidad de inyección de combustible aumenta con la realización del modo de combustión a temperatura baja (pre-proceso), el proceso de descarga-S se inicia en una temporización adecuada relacionada con la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape.

Ahora se explicará una descripción detallada de procedimientos para establecer la marca de permiso F a "1" (permitido) sobre la base del diagrama de flujo que muestra la rutina de realización de combustión a temperatura baja de la figura 7 y la figura 8. La rutina de realización de combustión a temperatura baja se ejecuta cada vez que el procedimiento por parte de la ECU 50 procede a la etapa S203 en el diagrama de flujo en la figura 5.

En la rutina de realización de combustión a temperatura baja, primero se toma la determinación de si debe iniciarse el modo de combustión a temperatura baja (S301 en la figura 7). Si se toma una decisión afirmativa (Sí), se dan instrucciones de que cambie el ángulo de apertura de la válvula estranguladora 31 y la válvula de EGR 73 para aumentar la eficiencia de EGR (S302). Esto se inicia para atraer una gran cantidad de gas EGR a la cámara de combustión 20 en el modo de combustión a temperatura baja. Posteriormente, para iniciar el valor de contador de retraso C1, el valor de contador de retraso C1 se establece al valor inicial (S303). El valor de contador de retraso C1 establecido al valor inicial se decrementa de esta manera en el proceso de la etapa S305 cuando se determina que "C1=0" no se satisface en la etapa S304. Por lo tanto, tras haberse establecido al valor inicial, el valor de contador de retraso C1 se decrementa para que cada inyección de combustible se aproxime a "0". En otras palabras, si se cuenta el número de inyecciones de combustible desde cuando se inicia el modo de combustión a temperatura baja, y el valor de contador se aproxima a un primer valor de permiso si se inyecta combustible.

Cuando el valor de contador de retraso C1 alcanza "0" (S304: Sí), esto es, cuando el número de inyecciones de combustible alcanza el primer valor de permiso, se toma una determinación de si el valor de contador de retraso C1 acaba de alcanzar "0" (S306). Si se toma una decisión afirmativa (Sí), se dan instrucciones para cambiar los parámetros del sistema de inyección de combustible, tal como el tiempo de inyección de combustible, la presión de inyección de combustible y la cantidad de inyección de combustible, a valores que cumplen el modo de combustión a temperatura baja (S307). Entonces, el valor de contador de graduación C2 se inicializa al valor inicial (S308). Cuando el valor de contador de graduación C2 se establece al valor inicial, se toma una determinación en la etapa S309 de la figura 8 de si se satisface "C2=0". Si C2 no es igual a "0", los parámetros se gradúan a valores que cumplen el modo de combustión a temperatura baja (S310), y se decrementa el valor de contador de graduación C2 (S311). Por lo tanto, cuando uno de los parámetros, la cantidad de inyección de combustible, aumenta gradualmente o se gradúa para cada inyección de combustible hacia un valor que cumple el modo de combustión a temperatura baja, el valor de contador de graduación C2 también se decrementa para aproximarse a "0" para cada inyección de combustible. En otras palabras, después de que el número de inyecciones de combustible alcanza el primer valor de permiso, la cantidad de inyección de combustible se aumenta gradualmente al objetivo de valor predeterminado, que es óptimo para el modo de combustión a temperatura baja, hasta o antes de que el número de inyecciones de combustible además alcance el segundo valor de permiso predeterminado.

Cuando el valor de contador de graduación C2 alcanza "0" (S309: Sí), esto es, cuando el número de inyecciones de combustible alcanza el segundo valor de permiso, se toma una determinación de si el valor de contador de graduación C2 acaba de alcanzar "0" (S312). Si se toma una decisión afirmativa (Sí), la marca de permiso F se establece a "1" (permitido). Con el establecimiento de la marca de permiso F en "1" (S207), en la etapa S208 se realiza el proceso de descarga-S si en la etapa S207 de la figura 5 se toma una decisión afirmativa.

En la segunda realización, además de las ventajas de la primera realización se obtienen las siguientes ventajas.

Después del inicio del modo de combustión a temperatura baja (pre-proceso) para realizar el proceso-S, la cantidad de inyección de combustible aumenta para cada inyección de combustible hacia un valor que cumple el modo de combustión a temperatura baja, pero dicho aumento en la cantidad de inyección de combustible para cada inyección de combustible influye en la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape. Por lo tanto, en la segunda realización, el proceso de descarga-S se inicia sobre la base del valor de contador de graduación C2, que se decrementa para cada inyección de combustible según el aumento en la cantidad de inyección de combustible, esto es, sobre la base del hecho de que el valor de contador de graduación C2 ha disminuido desde el valor inicial al valor de permiso de "0". En otras palabras, después de iniciarse el modo de combustión a temperatura baja, se inicia el proceso de descarga-S cuando el número de inyecciones de combustible alcanza el valor de permiso predeterminado. Como resultado, el proceso de descarga-S se inicia en una temporización adecuada incluso en el motor 1 en el que la cantidad de inyección de combustible aumenta con la realización del modo de combustión a temperatura baja.

5 Si la temporización de inicio del proceso de descarga-S no es una temporización adecuada, por ejemplo, si la temporización de inicio es demasiado pronto, la adición del agente reductor (combustible) al lado aguas arriba del catalizador de almacenamiento de NOx a través de la válvula de adición de combustible 14 por el proceso de descarga-S se lleva a cabo cuando la disminución de la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape/to el valor de pre-proceso de relación aire-combustible  $\alpha$  no ha avanzado aún en el modo de combustión a temperatura baja (pre-proceso). Así, sería necesaria una gran cantidad de agente reductor para bajar la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape a un valor que pueda liberar los componentes de azufre acumulados en el catalizador de almacenamiento de NOx. Esto llevaría a problemas tales como una subida en la temperatura de lecho de catalizador y la degradación de la controlabilidad de la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape. Sin embargo, la segunda realización impide que ocurran tales problemas.

10 La presente invención se limita a las reivindicaciones adjuntas.

15 En un motor diésel, antes a un proceso de descarga de azufre, se realiza un pre-proceso para disminuir la relación aire-combustible de la mezcla aire-combustible que va a ser quemada en el motor de modo que la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape alcanza un valor predeterminado de pre-proceso  $\alpha$ . El tiempo requerido para que la relación aire-combustible A/FEHT de los gases de escape se establezca cerca del valor pre-proceso  $\alpha$  se establece como tiempo de espera TS. El proceso de descarga de azufre se inicia después de que transcurre el tiempo de espera TS. Esto mejora la convergencia de la relación aire-combustible A/FEHT al objetivo de valor durante el proceso de descarga de azufre. Si se satisface una condición predeterminada, el tiempo de espera se cancela para empezar el proceso de descarga de azufre cuando o justo después de iniciarse el pre-proceso. Esto procesa eficientemente los componentes de azufre acumulados en un catalizador de almacenamiento de NOx, que se dispone en un pasaje de escape del motor, sin deteriorar la propiedad de gases de escape.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para gestionar un catalizador de almacenamiento de NOx dispuesto en un pasaje de escape (40) de un motor diésel para reducir los NOx en los gases de escape, el método incluye liberar componentes de azufre acumulados en el catalizador de almacenamiento de NOx, dicha liberación incluye un primer proceso para reducir la relación aire-combustible de una mezcla aire-combustible que va a ser quemada en el motor (1), y un segundo proceso para añadir un agente reductor a un lado aguas arriba del catalizador de almacenamiento de NOx en el pasaje de escape (40) al suministrar el agente reductor por medio de una válvula (14) al pasaje de escape (40) aguas arriba del catalizador de almacenamiento de NOx, en donde
- 5 el segundo proceso se inicia cuando se satisface una condición de inicio predeterminada después de iniciarse el primer proceso, la condición de inicio es que la relación aire-combustible del gas de escape de lado aguas arriba, que es los gases de escape en el lado aguas arriba del catalizador de almacenamiento de NOx en el pasaje de escape (40), es estable, caracterizado por que
- 10 la condición de inicio se cancela para empezar el segundo proceso al mismo tiempo que el inicio del primer proceso o inmediatamente después del inicio del primer proceso cuando se satisface una condición predeterminada relacionada con la capacidad de almacenamiento de O<sub>2</sub> del catalizador de almacenamiento de NOx o la cantidad de cambio en la relación aire-combustible de los gases de escape de lado aguas arriba resultante del primer proceso.
- 15 2. El método según la reivindicación 1, caracterizado por que la condición de inicio es que un tiempo predeterminado requerido para estabilizar la relación aire-combustible de los gases de escape de lado aguas arriba transcurre después de iniciarse el primer proceso.
- 20 3. El método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la condición de inicio se cancela cuando un parámetro relacionado con cantidad de aire de admisión del motor (1) es menor que un valor predeterminado.
4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la condición de inicio se cancela cuando un parámetro relacionado con un nivel de degradación del catalizador de almacenamiento de NOx es menor que un valor predeterminado.
- 25 5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que además se caracteriza por:  
detectar una cantidad de cambio de la relación aire-combustible de los gases de escape de lado aguas arriba que resulta del primer proceso y aprender la cantidad de cambio, la condición de inicio se cancela después de completarse el aprendizaje.
- 30 6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la condición de inicio es que el número de veces que se inyecta combustible en una cámara de combustión (20) del motor (1) se vuelve mayor o igual que un valor predeterminado después de iniciarse el primer proceso.
7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la condición de inicio es que un valor de contador, decrementado cuando se inyecta combustible en una cámara de combustión (20) del motor (1), disminuye a un valor predeterminado o menos después de iniciarse el primer proceso.
- 35 8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que:  
el motor (1) realiza control de recirculación de gases de escape, y conmuta modos de combustión entre un modo de combustión a temperatura baja, para atraer una cantidad relativamente grande de gas de escape de recirculación a una cámara de combustión (20) del motor (1), y un modo de combustión normal;  
después de iniciarse el modo de combustión a temperatura baja, la cantidad de combustible inyectado a la cámara de combustión (20) aumenta gradualmente a un objetivo de valor predeterminado que es adecuado para el modo de combustión a temperatura baja hasta o antes de que el número de veces que se inyecta combustible a la cámara de combustión (20) alcanza un valor de permiso predeterminado;  
el primer proceso se realiza al realizar el modo de combustión a temperatura baja; y  
la condición de inicio es que el número de veces que se inyecta combustible a la cámara de combustión (20) se vuelve mayor o igual que el valor de permiso predeterminado después de iniciarse el modo de combustión a temperatura baja.
- 45 9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que:  
el motor (1) realiza control de recirculación de gases de escape, y conmuta modos de combustión entre un modo de combustión a temperatura baja, para atraer una cantidad relativamente grande de gas de escape de recirculación a una cámara de combustión (20) del motor (1), y un modo de combustión normal;  
después de iniciarse el modo de combustión a temperatura baja, una cantidad de inyección de combustible a la cámara
- 50

de combustión (20) aumenta gradualmente a un objetivo de valor predeterminado que es adecuado para el modo de combustión a temperatura baja hasta o antes de un valor de contador, decrementado cuando se inyecta combustible a la cámara de combustión (20), disminuye desde un valor inicial predeterminado a un valor de permiso predeterminado;

5 el primer proceso se realiza al realizar el modo de combustión a temperatura baja; y

la condición de inicio es que el valor de contador se vuelve menor o igual que el valor de permiso predeterminado después de iniciarse el modo de combustión a temperatura baja.

10. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que:

10 el motor (1) realiza control de recirculación de gases de escape, y conmuta modos de combustión entre un modo de combustión a temperatura baja, para atraer una cantidad relativamente grande de gas de escape de recirculación a una cámara de combustión (20) del motor (1), y un modo de combustión normal;

15 cuando se inicia el modo de combustión a temperatura baja se aumenta un grado de apertura de una válvula de EGR que ajusta la cantidad de gas de escape de recirculación atraído a la cámara de combustión (20) y se disminuye un grado de apertura de una válvula estranguladora que ajusta la cantidad de aire de admisión atraído a la cámara de combustión (20);

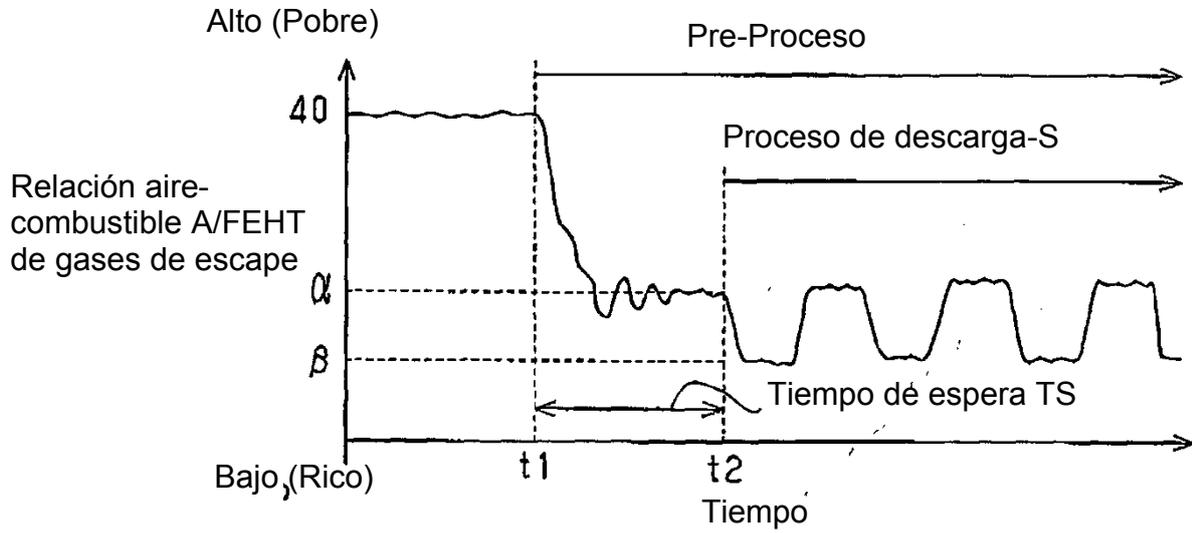
20 después de que el número de veces que se inyecta combustible a la cámara de combustión (20) alcanza un primer valor de permiso predeterminado desde cuando se inicia el modo de combustión a temperatura baja, la cantidad de combustible inyectado a la cámara de combustión (20) aumenta gradualmente a un objetivo de valor predeterminado que es adecuado para el modo de combustión a temperatura baja hasta o antes de que el número de veces que se inyecta combustible alcanza un segundo valor de permiso predeterminado desde el primer valor de permiso predeterminado;

el primer proceso se realiza al realizar el modo de combustión a temperatura baja; y

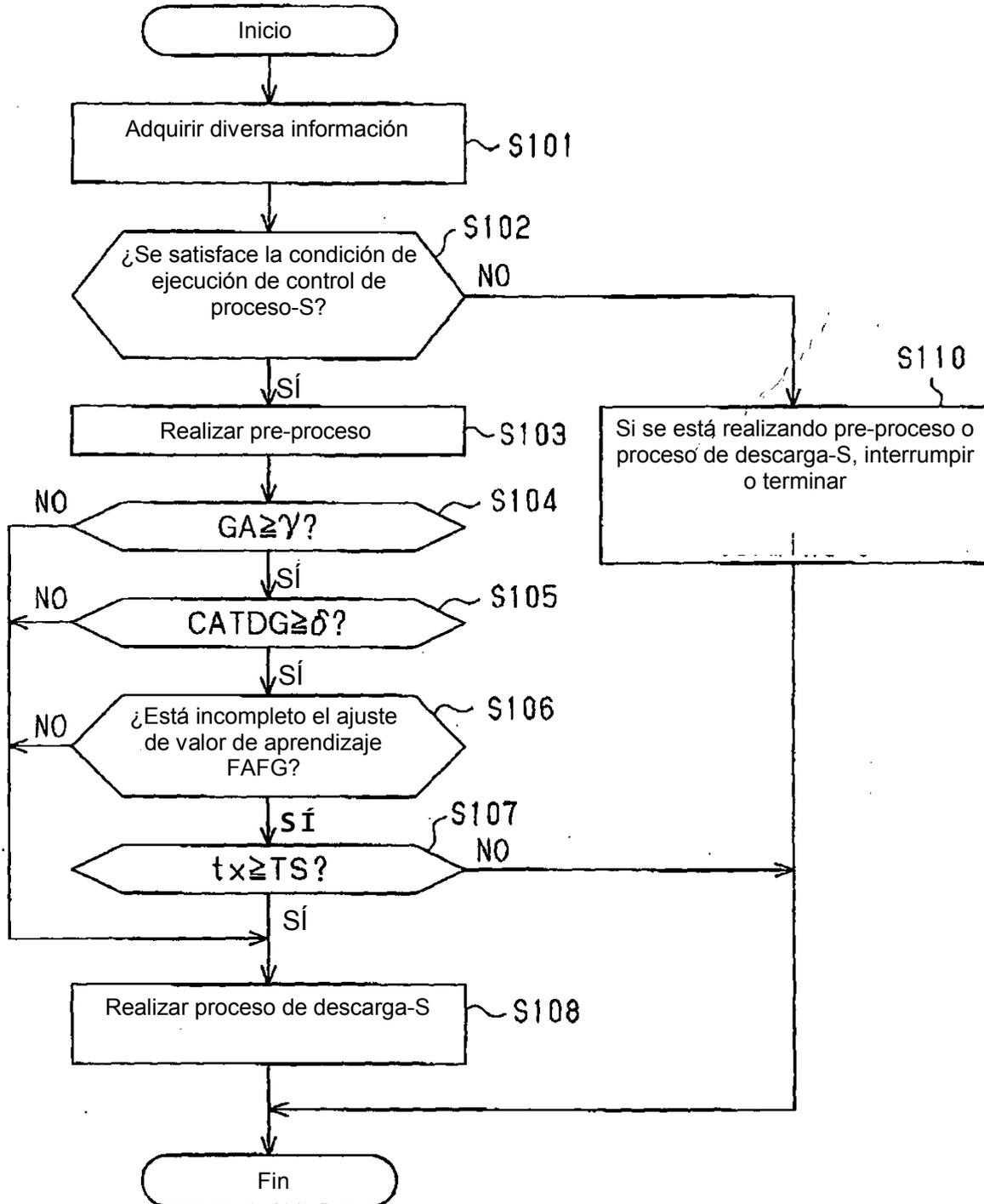
la condición de inicio es que el número de veces que se inyecta combustible se vuelve mayor o igual que el segundo valor de permiso predeterminado después de iniciarse el modo de combustión a temperatura baja.



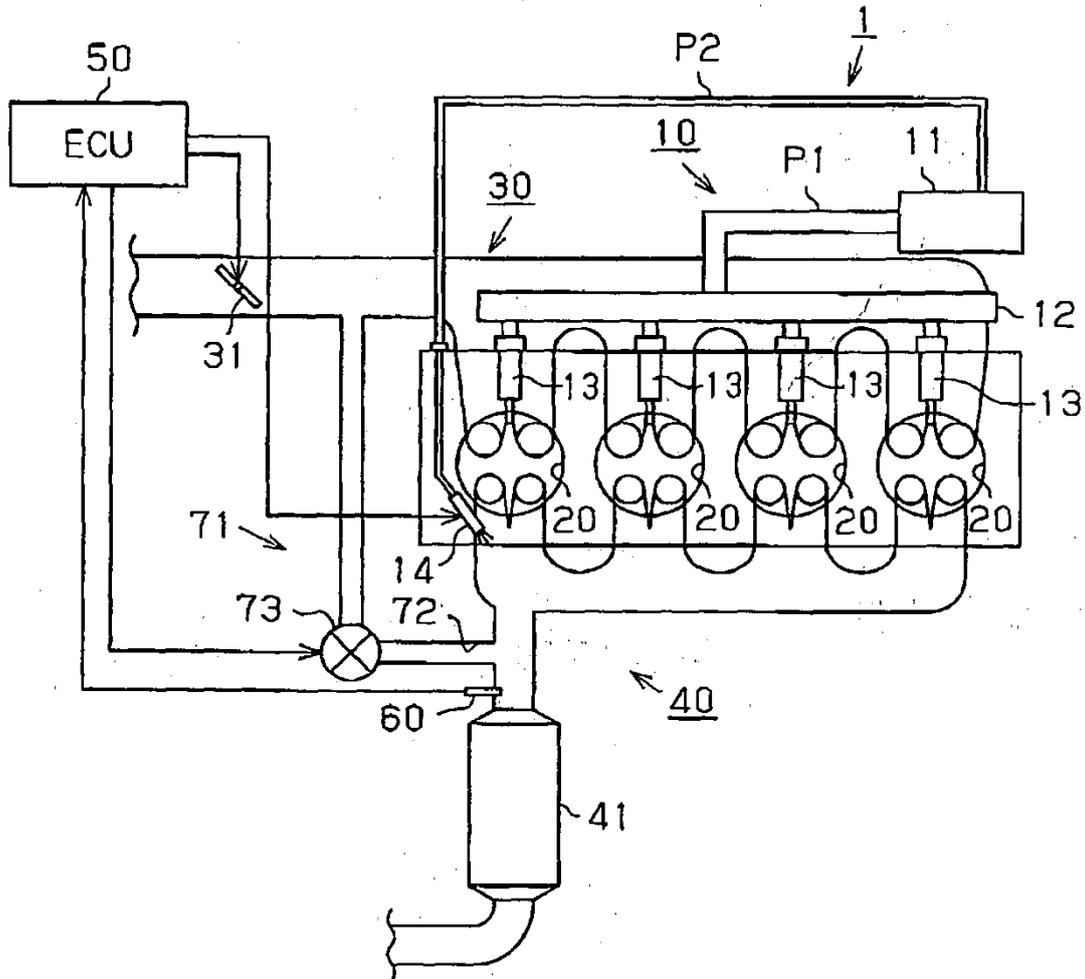
**Fig.2**



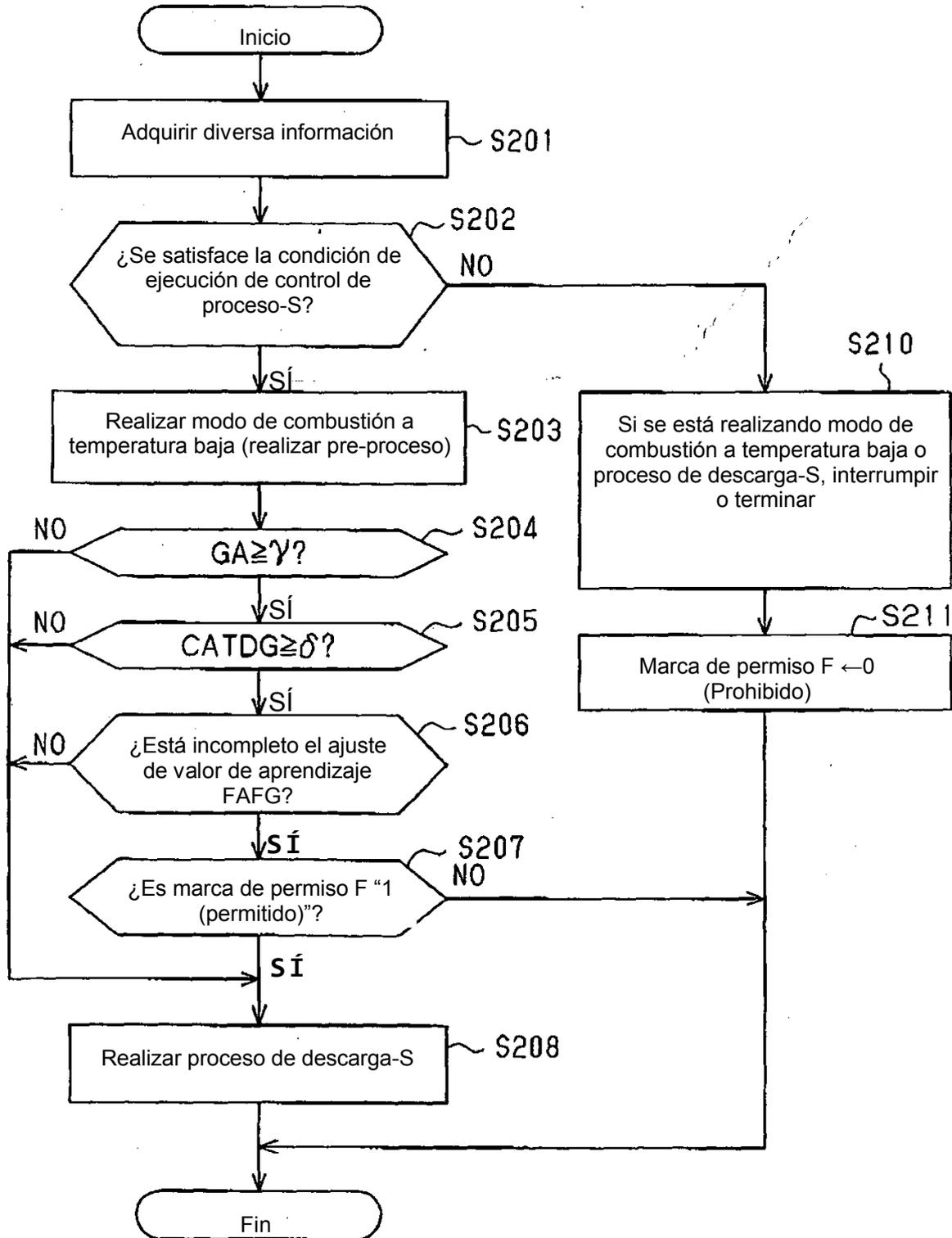
**Fig.3**



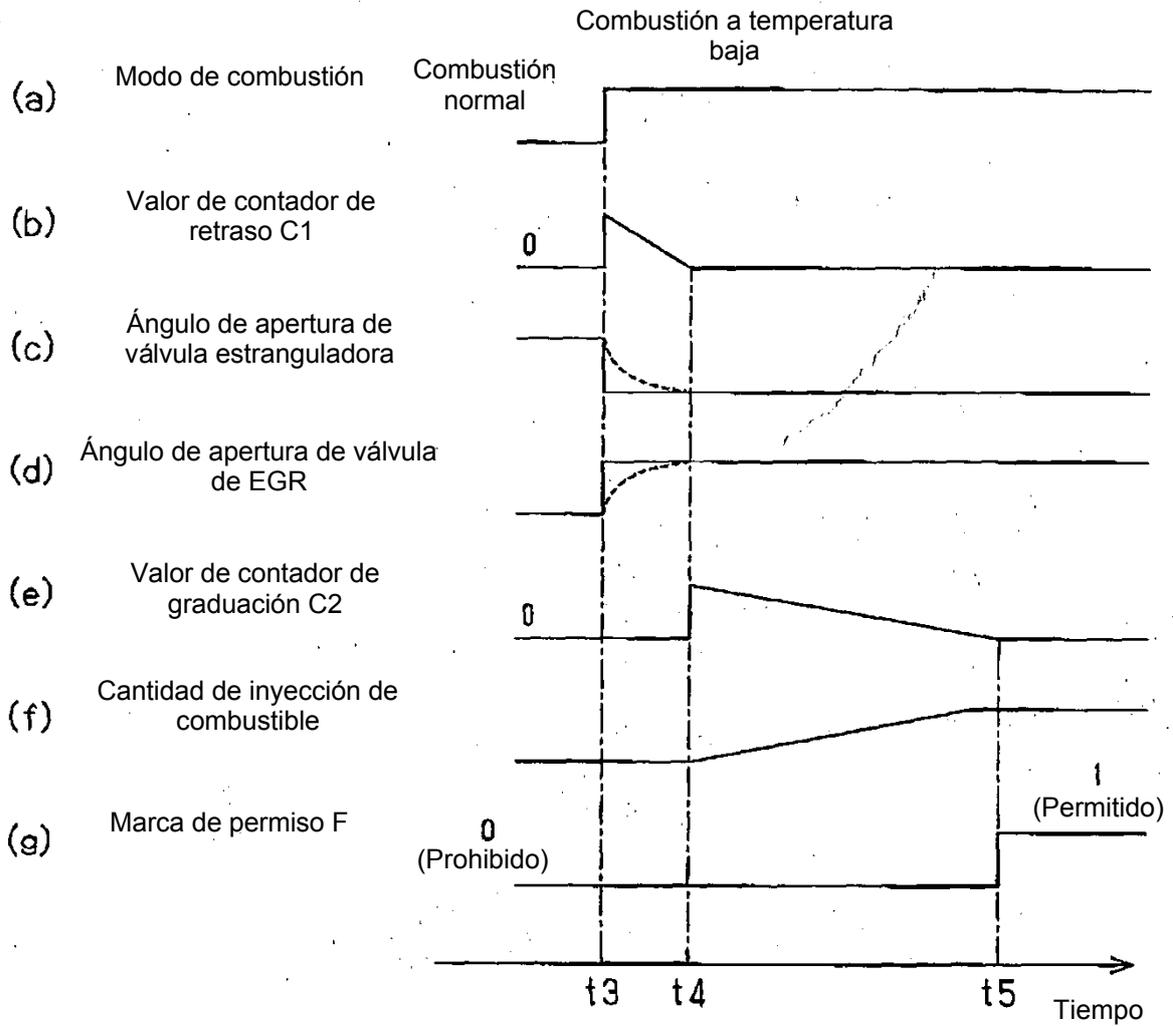
**Fig.4**



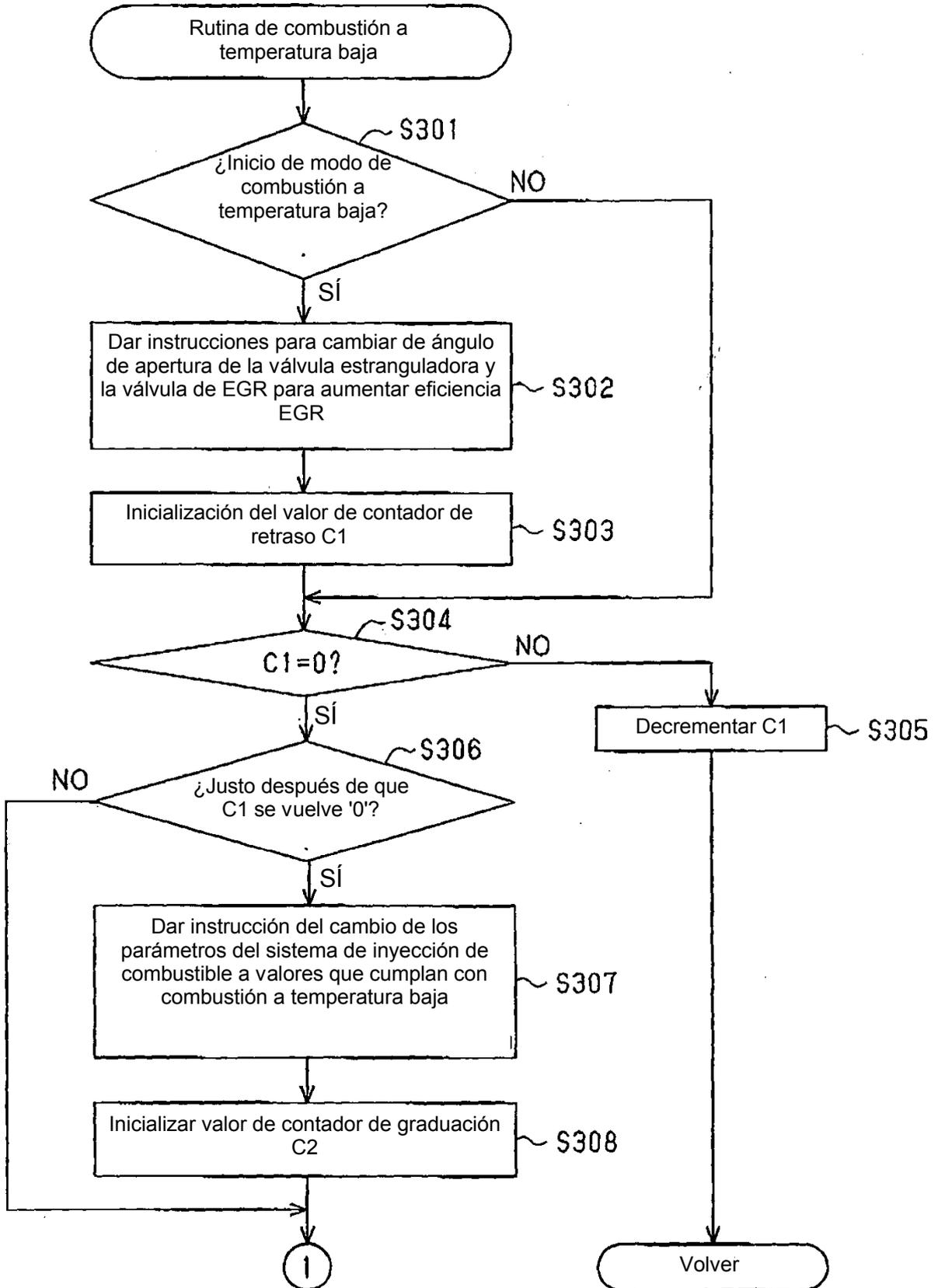
**Fig.5**



**Fig.6**



**Fig.7**



**Fig.8**

