

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 087**

51 Int. Cl.:

F02D 15/00 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 3/24 (2006.01)

F01N 11/00 (2006.01)

F02D 41/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.11.2008 PCT/JP2008/070635**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2009 WO09060997**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2008 E 08846408 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 2206905**

54 Título: **Dispositivo de control**

30 Prioridad:

07.11.2007 JP 2007289124

28.04.2008 JP 2008116589

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

08.03.2018

73 Titular/es:

TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (100.0%)

1 TOYOTA-CHO TOYOTA-SHI

AICHI-KEN 471-8571, JP

72 Inventor/es:

AKIHISA, DAISUKE;

KIMURA, KOICHI;

CHIBA, FUMITO;

KUROKI, RENTARO y

NAKASAKA, YUKIHIRO

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 658 087 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de control

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo de control que se aplica a un sistema que tiene un motor configurado de tal manera que puede cambiarse una relación de compresión o una relación de expansión.

10 Antecedentes de la técnica

En un sistema que usa un motor (por ejemplo, un automóvil o similar), una determinación de estado, es decir, un diagnóstico, de un sistema de escape (un sensor de gases de escape o un catalizador de purificación de gas de escape o similar) se realiza mediante una unidad de control electrónico de motor (en lo sucesivo en el presente documento, denominada "ECU"). Este diagnóstico de a bordo (OBD) del sistema de escape incluye una estimación de temperatura de catalizador, un diagnóstico de mal funcionamiento de catalizador, un diagnóstico de mal funcionamiento de sensor de gases de escape, que se explican a continuación, etc.

(1) Por ejemplo, en este tipo de sistema, se coloca un catalizador en un conducto de escape para purificar un gas de escape. En general, el catalizador tiene una propiedad de que una relación de purificación es alta solo dentro de un intervalo de temperatura prescrito (por ejemplo, 400-800 °C). Por consiguiente, se hacen convencionalmente diversas propuestas para aumentar rápidamente la temperatura de catalizador después de que se haya arrancado el motor (por ejemplo, la publicación de patente japonesa no examinada número 2007-231820, etc.). Además, este tipo de catalizador se deteriora por componentes perjudiciales (plomo y azufre, etc.) en el combustible y por el calor. Cuando el catalizador se deteriora, se reduce la relación de purificación de gas de escape y se aumenta la emisión de escape. En consecuencia, se proponen convencionalmente diversos tipos de dispositivos para determinar el deterioro del catalizador (por ejemplo, las publicaciones de patente japonesa no examinadas números 5-133264 y 2004-28029, etc.).

Mientras tanto, el denominado catalizador de tres vías se usa ampliamente como este tipo de catalizador. El catalizador de tres vías tiene una función llamada función de adsorción de oxígeno o función de almacenamiento de oxígeno. La función es aquella que reduce el NOx (óxido de nitrógeno) en el gas de escape y adsorbe (almacena) el oxígeno eliminado del NOx en el mismo cuando la relación de aire-combustible de la mezcla de aire-combustible es pobre, mientras que descarga el oxígeno adsorbido para oxidar los componentes no quemados tales como HC y CO, etc. en el gas de escape cuando la relación de aire-combustible de la mezcla aire-combustible es rica. Por consiguiente, como un valor máximo (en lo sucesivo en el presente documento, denominado como "cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima") de una cantidad (en lo sucesivo en el presente documento, denominada como "cantidad de almacenamiento de oxígeno") del oxígeno que puede almacenarse por el catalizador de tres vías es grande, una capacidad de purificación del catalizador de tres vías es alta. En otras palabras, puede determinarse un estado de deterioro del catalizador de tres vías por la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima.

En un dispositivo de detección de deterioro de catalizador descrito en la publicación de patente japonesa no examinada número 5-133264, un primer sensor de relación de aire-combustible se coloca corriente arriba del catalizador de tres vías colocado en el conducto de escape. Además, un segundo sensor de relación de aire-combustible está colocado corriente abajo del catalizador de tres vías colocado en el conducto de escape. En esta configuración, se realiza una determinación del deterioro del catalizador de tres vías (un cálculo de la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima) de la siguiente manera. En primer lugar, una relación de aire-combustible de una mezcla de aire-combustible suministrada en un cilindro de un motor se establece a una relación de aire-combustible pobre predeterminada durante un período de tiempo predeterminado. De este modo, el oxígeno se almacena en el catalizador de tres vías hasta un límite superior de la capacidad de adsorción del mismo. Después de esto, la relación de aire-combustible de la mezcla de aire-combustible se cambia a la fuerza a una relación de aire-combustible rica predeterminada. A continuación, la relación de aire-combustible detectada por el segundo sensor de relación de aire-combustible se mantiene a una relación de aire-combustible estequiométrica durante un período de tiempo constante Δt , y después de esto se cambia a una relación de aire-combustible rica. Sobre la base de la diferencia $\Delta(A/F)$ entre la relación de aire-combustible estequiométrica y la relación de aire-combustible rica, Δt , y una cantidad de aire de admisión, se calcula la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima.

Sin embargo, la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima cambia en función de la temperatura de catalizador de tres vías. Específicamente, cuando la temperatura de catalizador de tres vías aumenta, la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima aumenta. Por lo tanto, la determinación de deterioro del catalizador que se realiza sobre la base de la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima calculada sin considerar la temperatura de catalizador tiene el problema de que la precisión de la determinación no es adecuada. Por consiguiente, un dispositivo de detección de deterioro del catalizador desvelado en la publicación de patente japonesa no examinada número 2004-28029 está configurado para corregir la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima basándose en la temperatura de catalizador en el período de cálculo de la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima.

Como se ha explicado anteriormente, la temperatura de catalizador es un parámetro importante para el diagnóstico de a bordo del estado de calentamiento y del estado de deterioro, etc. del catalizador. La temperatura de catalizador puede medirse mediante un sensor de temperatura de lecho del catalizador (por ejemplo, véase la publicación de patente japonesa no examinada número 2005-69218, etc.). Como alternativa, la temperatura de catalizador puede estimarse a bordo usando otros parámetros de motor tales como el caudal de aire de admisión, etc. (por ejemplo, véanse las publicaciones de patentes japonesas no examinadas números 2004-28029 y 2004-197716, etc.). En términos de capacidad de respuesta, precisión, coste, etc., se prefiere que la temperatura de catalizador se estime a bordo, en lugar de que se mida por un sensor.

(2) Por ejemplo, con el fin de controlar una relación de aire-combustible de un motor, normalmente se realiza el denominado control de retroalimentación de relación de aire-combustible. El control se realiza sobre la base de una salida de un sensor de gases de escape (un sensor de relación de aire-combustible) colocado en un conducto de escape. El sensor de gases de escape es en general un sensor de oxígeno para generar una salida correspondiente a una concentración de oxígeno en un gas de escape. El sensor(es) de gas de escape se proporciona corriente arriba y/o corriente abajo de un catalizador para purificar el gas de escape en la dirección de flujo del gas de escape.

El sensor de gases de escape proporcionado corriente abajo del catalizador normalmente comprende un sensor de oxígeno de tipo electrolito sólido que tiene una propiedad de salida en que una salida es en general constante bajo una relación de aire-combustible rica relativa a la relación de aire-combustible estequiométrica y bajo una relación de aire-combustible pobre en relación con la relación de aire-combustible estequiométrica. El sensor de gases de escape proporcionado corriente arriba del catalizador comprende normalmente el sensor de oxígeno del tipo electrolito sólido mencionado anteriormente o un sensor de concentración de oxígeno del tipo corriente límite que tiene una propiedad de salida relativamente lineal dentro del amplio intervalo de la relación de aire-combustible.

Cuando se produce un mal funcionamiento en el sensor de gases de escape mencionado anteriormente, puede no realizarse de manera apropiada un control de relación de aire-combustible del motor. En consecuencia, se propone convencionalmente un dispositivo para realizar un diagnóstico de mal funcionamiento del sensor de gases de escape (por ejemplo, véanse las publicaciones de patentes japonesas no examinadas números 2003-254135, 2004-225684, 2007-16712, etc.).

Este tipo de dispositivo está configurado para determinar si el sensor de gases de escape es normal sobre la base del estado de respuesta del sensor de gases de escape al cambio de relación de aire-combustible de la mezcla de aire-combustible. Por ejemplo, en un dispositivo desvelado en la publicación de patente japonesa no examinada número 2004-225684, la relación de aire-combustible se fuerza a cambiar alternativamente entre las relaciones predeterminadas de aire-combustible rica y pobre, y se determina si hay un mal funcionamiento del sensor sobre la base de que si la salida de un sensor sigue correctamente el cambio de relación de aire-combustible.

Además, el documento US 2003/204305 A1 desvela un método para hacer funcionar un motor de combustión interno de relación de compresión variable que incluye las etapas de determinar un estado de funcionamiento de relación de compresión del motor y deducir una temperatura de escape para el motor basándose al menos en parte en el estado de funcionamiento de relación de compresión.

Divulgación de la invención

Un motor configurado de tal manera que puede variarse una relación de compresión o una relación de expansión, se conoce (por ejemplo, véase las publicaciones de patente japonesa no examinadas números 2003-206771, 2004-156541, 2004-169.660, 2007-303423, 2008-19799, 2008-157128, etc.). Debería observarse que la "relación de compresión" usada en el presente documento incluye una "relación de compresión mecánica" y una "relación de compresión real".

La relación de compresión mecánica es un valor obtenido dividiendo la suma de un volumen de la cámara de compresión (un volumen de cámara de combustión en un punto muerto superior del pistón) y un volumen de desplazamiento del pistón por el volumen de la cámara de compresión, y se denomina como relación de compresión nominal o relación de compresión geométrica. Por ejemplo, la relación de compresión mecánica puede cambiarse moviendo relativamente un cárter en el que un cigüeñal está soportado de manera rotatoria y un bloque de cilindros en cuya parte de extremo superior está fijada una culata de cilindro, a lo largo de un eje central del cilindro. Como alternativa, en el caso de que una biela (un miembro para conectar un pistón y el cigüeñal mencionado anteriormente entre sí) esté configurada para plegarse, la relación de compresión mecánica puede cambiarse cambiando el estado plegado de la biela.

La relación de compresión real es una relación de compresión efectiva en relación con un aire de admisión, y es normalmente un valor obtenido dividiendo un volumen de cámara de combustión al comienzo de la compresión del aire de admisión por el volumen de cámara de combustión al final de la compresión. La relación de compresión real puede cambiarse junto con el cambio explicado anteriormente de la relación de compresión mecánica. Además, la relación de compresión real puede cambiarse cambiando la relación de compresión mecánica y el tiempo de

funcionamiento de una válvula de admisión y/o una válvula de escape, o cambiando el tiempo de funcionamiento de la válvula de admisión y/o la válvula de escape en lugar de cambiar la relación de compresión mecánica.

5 La relación de expansión es una relación entre el volumen en el extremo de la expansión en la carrera de expansión y el volumen (= el volumen de la cámara de compresión) al comienzo de la expansión en la carrera de expansión. Cuando se cambia la relación de compresión mecánica o la relación de compresión real, puede cambiarse la relación de expansión. Es decir, la relación de expansión puede cambiarse cambiando la relación de compresión mecánica y/o el tiempo de apertura y/o de cierre de la válvula de escape. Además, la relación de compresión mecánica, la relación de compresión real y la relación de expansión pueden establecerse y cambiarse
10 independientemente cambiando el tiempo de apertura y/o de cierre de la válvula de admisión y/o de escape (por ejemplo, véanse las publicaciones de patentes japonesas no examinadas números 2007-303423, 2008-19799, 2008-157128, etc.).

15 En este tipo de motor, cuando se cambia la relación de compresión o la relación de expansión, se cambia el estado de combustión de la mezcla aire-combustible y/o de la temperatura del gas de escape. En consecuencia, el cambio de la relación de compresión o de la relación de expansión ejerce la precisión del diagnóstico de a bordo del sistema de escape.

20 El objeto de la presente invención es mejorar la precisión del diagnóstico de a bordo en un sistema que tiene un motor en el que puede cambiarse una relación de compresión o una relación de expansión.

(A) Un dispositivo de control de un primer aspecto de la presente invención se aplica a un sistema que tiene un motor configurado de tal manera que puede cambiarse una relación de compresión. Por ejemplo, en el sistema, puede incluirse el motor, un conducto para un gas de escape descargado del motor, y un miembro (un catalizador, un sensor de gases de escape, etc.) colocado en el conducto.
25

30 La función del primer aspecto de la presente invención es que el dispositivo de control comprende: una parte de adquisición de relación de compresión, y una parte de estimación de temperatura. Debería observarse que la "parte" puede denominarse "medio" (por ejemplo, "medio de adquisición de relación de compresión", etc. En adelante, se aplica lo mismo).

La parte de adquisición de relación de compresión está configurada para adquirir la relación de compresión (el término "adquisición" incluye la detección o la estimación. En adelante, se aplica lo mismo).

35 La parte de estimación de temperatura está configurada para estimar una temperatura del gas de escape o el miembro sobre la base de la relación de compresión adquirida. Específicamente, por ejemplo, la parte de estimación de temperatura puede configurarse para estimar la temperatura del catalizador sobre la base de la relación de compresión adquirida por la parte de adquisición de relación de compresión. En este caso, la parte de estimación de temperatura puede configurarse para estimar la temperatura del catalizador sobre la base de, al menos, un parámetro relacionado con la cantidad de aire de admisión en el motor, y la relación de compresión adquirida por la parte de adquisición de relación de compresión. Como parámetros, por ejemplo, pueden usarse un caudal de aire de admisión, una relación de carga, un grado de apertura de válvula de regulación, una cantidad de funcionamiento de aceleración, etc.
40

45 El sistema mencionado anteriormente comprende además una parte de determinación. La parte de determinación está configurada para ejecutar una determinación de un estado de deterioro del miembro mencionado anteriormente de acuerdo con el resultado de la estimación de la temperatura por la parte de estimación de temperatura. Por ejemplo, la parte de determinación de deterioro como la parte de determinación ejecuta una determinación del estado de deterioro del catalizador cuando la temperatura de catalizador estimada por la parte de estimación de temperatura está dentro de un intervalo de temperatura predeterminado.
50

55 En el dispositivo de control de la presente invención que tiene la configuración explicada anteriormente, una temperatura estimada del gas de escape o el miembro mencionado anteriormente se adquiere sobre la base de la relación de compresión adquirida. Por ejemplo, la temperatura estimada puede adquirirse por la relación de compresión adquirida y una temperatura calculada obtenida basándose en el parámetro(s) en consideración de una relación de compresión predeterminada de referencia (relación de compresión máxima o mínima). Como alternativa, la temperatura estimada puede adquirirse corrigiendo la temperatura calculada obtenida sobre la base del parámetro(s) en función de la relación de compresión. Además, puede realizarse un diagnóstico de a bordo del miembro mencionado anteriormente usando la temperatura estimada adquirida como se ha explicado anteriormente.
60

Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, la precisión del diagnóstico de a bordo puede mejorarse en el sistema que tiene un motor en el que puede cambiarse una relación de compresión o una relación de expansión.

65 La parte de determinación puede configurarse para determinar el estado del miembro mencionado anteriormente cuando la relación de compresión es constante o el cambio de la misma está dentro de un intervalo predeterminado.

De acuerdo con la configuración explicada anteriormente, la determinación del estado del miembro mencionado anteriormente se realiza cuando la relación de compresión es constante o el cambio de la misma está dentro del intervalo predeterminado. De ese modo, la determinación del estado del miembro mencionado anteriormente se realiza con precisión.

5 Además, el sistema mencionado anteriormente comprende además una parte de control de relación de compresión. La parte de control de relación de compresión está configurada para controlar la relación de compresión (en función de la condición de funcionamiento del motor). En este caso, la parte de control de relación de compresión puede configurarse para controlar la relación de compresión, respectivamente, para una relación constante durante la determinación del estado mencionado anteriormente realizada por la parte de determinación.

10 De acuerdo con la configuración explicada anteriormente, la parte de control de relación de compresión controla la relación de compresión para una relación de compresión constante durante la determinación del estado del miembro mencionado anteriormente. Además, la parte de determinación determina el estado del miembro mencionado anteriormente en la condición en la que la relación de compresión o de expansión es constante o el cambio de la misma está dentro del intervalo predeterminado.

15 Específicamente, por ejemplo, la parte de control de relación de compresión controla de manera variable la relación de compresión en función de la condición de funcionamiento del motor cuando no se realiza la determinación de deterioro del catalizador, mientras que prohíbe el cambio de la relación de compresión durante la determinación de deterioro del catalizador. Durante la determinación de deterioro del catalizador, la temperatura estimada del catalizador se adquiere sobre la base de la relación de compresión que se controla para una relación de compresión constante mediante la parte de control de relación de compresión. Sobre la base de la temperatura estimada, el estado de deterioro del catalizador se determina mediante la parte de determinación de deterioro.

20 De acuerdo con la configuración explicada anteriormente, el cambio de la temperatura del miembro mencionado anteriormente está restringido cuanto sea posible durante la determinación del estado del miembro. Por lo tanto, la determinación del estado del miembro se realiza con precisión.

25 Por ejemplo, la parte de control de relación de compresión puede configurarse para controlar la relación de compresión para una relación de compresión constante baja con el fin de aumentar la temperatura del catalizador durante la determinación del estado de deterioro del catalizador mediante la parte de determinación de deterioro cuando la temperatura estimada es más baja que una temperatura límite inferior predeterminada para la determinación de deterioro. Como alternativa, la parte de control de relación de compresión puede configurarse para controlar la relación de compresión para una relación de compresión constante alta con el fin de disminuir la temperatura del catalizador durante la determinación del estado de deterioro del catalizador mediante la parte de determinación de deterioro cuando la temperatura estimada es más alta que una temperatura límite superior predeterminada para la determinación de deterioro.

30 De acuerdo con la configuración explicada anteriormente, durante la determinación del estado de deterioro del catalizador mediante la parte de determinación de deterioro, puede forzarse la temperatura del catalizador para establecerse dentro de un intervalo adecuado para la determinación de deterioro. Por lo tanto, de acuerdo con esta configuración, la determinación del estado de deterioro del catalizador puede realizarse con precisión.

35 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista esquemática que muestra una configuración completa de un sistema de S (un vehículo, etc.) al que se aplica la presente invención, que incluye un motor de múltiples cilindros en línea y un dispositivo de control de una realización de la presente invención.

40 La figura 2A es una gráfica que muestra una propiedad de salida de un sensor de relación de aire-combustible corriente arriba mostrada en la figura 1.

La figura 2B es una gráfica que muestra una propiedad de salida de un sensor de relación de aire-combustible corriente abajo mostrada en la figura 1.

45 La figura 3 es un diagrama de flujo que muestra un funcionamiento de una determinación de condición de OBD de catalizador en un primer ejemplo concreto de un funcionamiento del dispositivo de control de la realización mostrada en la figura 1.

La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra una relación de compresión mecánica establecida/operación de control en el primer ejemplo concreto.

50 La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra un funcionamiento de OBD de catalizador en el primer ejemplo concreto.

La figura 6 es una gráfica que muestra un aspecto del rendimiento del ODB de catalizador mostrado en la figura 5.

55 La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra un funcionamiento de una adquisición de temperatura de catalizador estimada en el primer ejemplo concreto del funcionamiento del dispositivo de control de la realización mostrada en la figura 1.

La figura 8 es un diagrama de flujo que muestra un funcionamiento de una determinación de condición de OBD de sensor en un segundo ejemplo concreto del funcionamiento del dispositivo de control de la realización mostrada en la figura 1.

La figura 9 es un diagrama de flujo que muestra un funcionamiento de OBD de sensor en el segundo ejemplo concreto.

La figura 10 es un diagrama de flujo que muestra un funcionamiento de control de unas relaciones de compresión y de expansión en un tercer ejemplo concreto del funcionamiento del dispositivo de control de la realización mostrada en la figura 1.

La figura 11 es un diagrama de flujo que muestra un funcionamiento de OBD de catalizador en el tercer ejemplo concreto.

La figura 12 es un diagrama de flujo que muestra un funcionamiento de OBD de catalizador en un cuarto ejemplo concreto del funcionamiento del dispositivo de control de la realización mostrada en la figura 1.

La figura 13 es un diagrama de flujo que muestra un funcionamiento de OBD de catalizador en un quinto ejemplo concreto del funcionamiento del dispositivo de control de la realización mostrada en la figura 1.

Mejor modo de realizar la invención

A continuación, se explicará haciendo referencia a los dibujos una realización de la presente invención (una realización que el solicitante considera mejor en la presentación de esta solicitud).

Debería observarse que la siguiente descripción relativa solamente a la realización describe concretamente solo un ejemplo que encarna la presente invención en la medida posible con el fin de satisfacer los requisitos de descripción (requisito de declaración, requisitos de habilitación) para la memoria descriptiva requerida por la ley. Por consiguiente, como se explica más adelante, es bastante natural que la presente invención no se limite a la realización ilustrativa explicada a continuación. Las modificaciones de la realización se explicarán juntas al final de esta explicación, ya que puede conducir a una dificultad para comprender la explicación auto consistente de la realización si las explicaciones de las modificaciones se insertan en la explicación de la realización.

<Configuración completa del sistema>

La figura 1 es una vista esquemática que muestra una configuración completa de un sistema S (un vehículo, etc.) al que se aplica la presente invención, que incluye un motor en línea de múltiples cilindros 1 y un dispositivo de control de una realización de la presente invención. Debería observarse que en la figura 1 se muestra una vista lateral en sección del motor 1 que se corta en una cara ortogonal a la dirección de serie de los cilindros.

En esta realización, el motor 1 está configurado de tal manera que puede cambiarse una relación de compresión mecánica dentro de un intervalo predeterminado (por ejemplo, entre 9 y 26). Además, el motor 1 está configurado de tal manera que la relación de compresión mecánica, una relación de compresión real y una relación de expansión pueden establecerse y cambiarse de una manera sustancialmente independiente cambiando la relación de compresión mecánica y las sincronizaciones de la válvula de admisión y escape.

El dispositivo de control 2 de esta realización está configurado para controlar un funcionamiento del motor 1 y para determinar (diagnosticar) un estado de cada parte del sistema S para indicar en consecuencia el resultado de la determinación (diagnóstico) a un conductor.

El motor 1 de esta realización tiene un bloque de cilindros 11, una culata de cilindro 12, un cárter 13 y un mecanismo de relación de compresión variable 14. Además, un conducto de admisión 15 y un conducto de escape 16 están conectados al motor 1.

<< Bloque de cilindros >>

Unos diámetros de cilindros 111 que son en general cilíndricos a través de orificios, están formados en el bloque de cilindros 11. Como se ha explicado anteriormente, una pluralidad de agujeros de cilindros 111 están dispuestos en línea a lo largo de la dirección de serie de los cilindros en el bloque de cilindros 11. Un pistón 112 está alojado dentro de cada diámetro de cilindros 111 de tal manera que puede moverse recíprocamente a lo largo de un eje central (en lo sucesivo en el presente documento, denominado como "eje central del cilindro CCA") del diámetro de cilindros 111.

<< Culata de cilindro >>

La culata de cilindro 12 está conectada a una parte de extremo superior del bloque de cilindros 11 (una parte de extremo del bloque de cilindros 11 en el lado de punto muerto superior del pistón 112). La culata de cilindro 12 está fijada a la parte del extremo superior del bloque de cilindros 11 mediante unos pernos no mostrados, etc. de tal manera que la culata de cilindro no se mueve en relación con el bloque de cilindros 11.

Una pluralidad de rebajes se proporcionan en una parte extrema inferior de la culata de cilindro 12 en unas posiciones correspondientes a una parte de extremo superior de cada diámetro de cilindros 111. Es decir, en la condición en que la culata de cilindro 12 está conectada y fijada al bloque de cilindros 11, unas cámaras de combustión CC están formadas por espacios en el interior de los diámetros de cilindros 111 en un lado superior (el lado más cercano a la culata de cilindro 12) de las caras superiores de los pistones 112 y unos espacios interiores (en el lado inferior) de los rebajes mencionados anteriormente. Los puertos de admisión 121 y los puertos de escape 122 están formados en la culata de cilindro 12 de tal manera que los puertos de admisión y de escape se comunican con las cámaras de combustión CC.

Además, las válvulas de admisión 123, las válvulas de escape 124, un dispositivo de sincronización de válvula de admisión variable 125, un dispositivo de sincronización de válvula de escape variable 126 y los inyectores 127 están dentro de la culata de cilindro 12.

Las válvulas de admisión 123 son aquellas para controlar los estados de la comunicación entre los puertos de admisión 121 y las cámaras de combustión CC. Las válvulas de escape 124 son aquellas para controlar los estados de la comunicación entre los puertos de escape 122 y las cámaras de combustión CC.

Los dispositivos de sincronización de válvula de admisión y de escape variables 125 y 126 están configurados para ser capaces de cambiar una relación de compresión real y una relación de expansión cambiando las sincronizaciones de apertura y cierre de las válvulas de admisión y de escape 123 y 124. Ya que la realización ilustrativa de los dispositivos de sincronización de válvula de admisión y de escape variables 125 y 126 son bien conocidos, se omiten las explicaciones de los mismos.

Los inyectores 127 están configurados para ser capaces de inyectar combustible en los puertos de admisión 121 que se suministra al interior de las cámaras de combustión CC.

<< Cáster >>

Un árbol de cigüeñal 131 está colocado paralelo a la dirección de serie de los cilindros y está soportado de manera rotatoria en el cárter 13. El árbol de cigüeñal 131 está conectado a los pistones 112 a través de unas varillas de conexión 132 de tal manera que se hace rotar por el movimiento recíproco de los pistones 112 a lo largo del eje central del cilindro CCA.

<< Mecanismo de relación de compresión variable >>

El mecanismo de relación de compresión variable 14 de esta realización está configurado para ser capaz de cambiar la relación de compresión mecánica dentro del intervalo mencionado anteriormente moviendo la combinación del bloque de cilindros 11 y la culata de cilindro 12 en relación con la caja de cárter 13 a lo largo del eje central del cilindro CCA para cambiar el volumen de la cámara de compresión. El mecanismo de relación de compresión variable 14 tiene la configuración similar a la descrita en las publicaciones de patentes japonesas no examinadas números 2003-206771, 2007-056837, etc. Por consiguiente, en esta memoria descriptiva, se omite la explicación detallada del mecanismo y solo se explicará un sumario del mismo a continuación.

El mecanismo de relación de compresión variable 14 tiene un mecanismo de conexión 141 y un mecanismo de accionamiento 142. El mecanismo de conexión 141 está configurado para conectar el bloque de cilindros 11 y el cárter 13 entre sí de tal manera que el bloque de cilindros 11 y el cárter 13 pueden moverse uno en relación con el otro a lo largo del eje central del cilindro CCA. El mecanismo de accionamiento 142 tiene un servomotor, un mecanismo de engranaje, etc., y está configurado para poder mover el bloque de cilindros 11 y el cárter 13 uno en relación con el otro a lo largo del eje central del cilindro CCA.

<< Conductos de admisión y de escape >>

Un conducto de admisión 15 que incluye un colector de admisión, un tanque de compensación, etc. está conectado a los puertos de admisión 121. Una válvula de regulación 151 está colocada en el conducto de admisión 15. La válvula de regulación 151 está configurada para hacerse rotar por un accionador de válvula de regulación 152 compuesto por un motor de CC.

Por otro lado, un conducto de escape 16 que incluye un colector de escape está conectado a los puertos de escape 122. El conducto de escape 16 es un conducto para el gas de escape descargado desde las cámaras de combustión CC a través de los puertos de escape 122. Un convertidor catalítico 161 está colocado en el conducto de escape 16. El convertidor catalítico 161 tiene un catalizador de tres vías que tiene una función de adsorción de oxígeno en el mismo y está configurado para poder purificar HC, CO y NOx en el gas de escape.

<< Diversos sensores >>

Diversos sensores tales como un sensor de temperatura de agua de refrigeración 171, un sensor de posición de cigüeñal 172, un sensor de posición de levas de admisión 173, un sensor de posición de levas de escape 174, un medidor de flujo de aire 175, un sensor de temperatura del aire de admisión 176, un sensor de posición de regulador 177, un sensor de relación de aire-combustible corriente arriba 178a, un sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b, un sensor de grado de apertura de acelerador 179, etc. se proporcionan en el sistema S.

El sensor de temperatura de agua de refrigeración 171 está montado en el bloque de cilindros 11. El sensor de temperatura de agua de refrigeración 171 está configurado para emitir una señal correspondiente a una temperatura (a la temperatura de agua de refrigeración T_w) de un agua de refrigeración en el bloque de cilindros 11.

El sensor de posición de cigüeñal 172 está montado en el cárter 13. El sensor de posición de cigüeñal 172 está configurado para emitir una señal de forma de onda que tiene un impulso en función de un ángulo de rotación del árbol de cigüeñal 131. En concreto, el sensor de posición de cigüeñal 172 está configurado para emitir una señal que tiene un pulso estrecho cada vez que el árbol de cigüeñal 131 rota 10 grados y un pulso amplio cada vez que el árbol de cigüeñal 131 rota 360 grados. Es decir, el sensor de posición de cigüeñal 172 está configurado para emitir una señal correspondiente a una velocidad de motor N_e .

Los sensores de posición de levas de admisión y de escape 173 y 174 están montados en la culata de cilindro 12. El sensor de posición de levas de admisión 173 está configurado para emitir una señal de forma de onda que tiene un pulso en función de un ángulo de rotación de un eje de levas de admisión no mostrado (que está incluido en el dispositivo de sincronización de válvula de admisión variable 125) para mover recíprocamente las válvulas de admisión 123. De manera similar, el sensor de posición de levas de escape 174 está configurado para emitir una señal de forma de onda que tiene un pulso en función de un ángulo de rotación de un eje de leva de escape no mostrado.

El medidor de flujo de aire 175, el sensor de temperatura del aire de admisión 176 y el sensor de posición de regulador 177 están montados en el conducto de admisión 15. El medidor de flujo de aire 175 está configurado para emitir una señal correspondiente a un caudal de masa (un caudal de aire de admisión G_a) de un aire de admisión que fluye en el conducto de admisión 15. El sensor de temperatura del aire de admisión 176 está configurado para emitir una señal correspondiente a una temperatura del aire de admisión. El sensor de posición de regulador 177 está configurado para emitir una señal correspondiente a una fase de rotación (un grado de abertura de la válvula de regulación T_A) de la válvula de regulación 151.

Los sensores de relación de aire-combustible corriente arriba y corriente abajo 178a y 178b están montados en el conducto de escape 16. El sensor de relación de aire-combustible corriente arriba 178a está colocado corriente arriba del convertidor catalítico 161 en una dirección de flujo de un gas de escape. El sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b está colocado corriente abajo del convertidor catalítico 161 en la dirección de flujo del gas de escape.

La figura 2A es una gráfica que muestra una propiedad de salida del sensor de relación de aire-combustible corriente arriba 178a mostrado en la figura 1. La figura 2B es una gráfica que muestra una propiedad de salida del sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b mostrado en la figura 1.

Como se muestra en la figura 2A, el sensor de relación de aire-combustible corriente arriba 178a es un sensor de relación de aire-combustible de tipo universal, que tiene una propiedad de salida por la que una salida del mismo es relativamente lineal dentro de un amplio intervalo de la relación de aire-combustible. Específicamente, el sensor de relación de aire-combustible corriente arriba 178a está compuesto por un sensor de concentración de oxígeno del tipo de corriente limitadora. Como se muestra en la figura 2B, el sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b es un sensor de relación de aire-combustible que tiene una propiedad de salida por la que una salida del mismo es en general constante en el marco del lado rico y del lado pobre de la relación de aire-combustible estequiométrica, mientras que la salida cambia rápidamente alrededor de la relación de aire-combustible estequiométrica. Específicamente, el sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b está compuesto de un sensor de oxígeno de zirconio tipo electrolito sólido.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 1, el sensor de grado de apertura de acelerador 179 está configurado para emitir una señal correspondiente a una cantidad de funcionamiento (una cantidad de accionamiento de acelerador $Accp$) de un pedal de aceleración operado por el conductor. Además, se proporciona un dispositivo de alarma 182 que tiene una luz de indicación de alarma, etc. en una posición que el conductor pueda ver fácilmente.

<< Dispositivo de control >>

El dispositivo de control 2 tiene una CPU 201, una ROM 202, una RAM 203, una RAM de respaldo 204, una interfaz 205 y un bus 206. La CPU 201, la ROM 202, la RAM 203, la RAM de respaldo 204 y la interfaz 205 están conectados entre sí por el bus 206.

Las rutinas (programas) que se deben realizar por la CPU 201, las tablas (tablas de consulta, mapas), los parámetros, etc., están almacenados previamente en la ROM 202. La RAM 203 está configurada para ser capaz de almacenar temporalmente los datos que se necesitan cuando la CPU 201 realiza las rutinas. La RAM de respaldo 204 está configurada de tal manera que los datos se almacenan en la misma cuando la CPU 201 realiza las rutinas bajo la condición de que se aplique una alimentación y los datos almacenados pueden retenerse después de que se corte la alimentación.

La interfaz 205 está conectada eléctricamente a diversos sensores tales como el sensor de temperatura de agua de refrigeración 171, el sensor de posición de cigüeñal 172, el sensor de posición de levas de admisión 173, el sensor de posición de levas de escape 174, el medidor de flujo de aire 175, el sensor de temperatura del aire de admisión 176, el sensor de posición de regulador 177, el sensor de relación de aire-combustible corriente arriba 178a, el sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b, el sensor de grado de apertura de acelerador 179, etc., y está configurada para ser capaz de transmitir las señales desde los sensores a la CPU 201.

Además, la interfaz 205 está conectada eléctricamente a las partes de funcionamiento tal como el dispositivo de sincronización de válvula de admisión variable 125, el dispositivo de sincronización de válvula de escape variable 126, los inyectores 127, el mecanismo de accionamiento 142, el dispositivo de alarma 182, etc., y está configurada para ser capaz de transmitir señales de funcionamiento para hacer funcionar las partes de funcionamiento de la CPU 201 a las partes de funcionamiento.

Además, la interfaz 205 está configurada para transmitir una señal de salida (sobre la base de la misma, puede reconocerse un estado de establecimiento de la relación de compresión mecánica en el motor 1) de un codificador proporcionado en el servomotor proporcionado en el mecanismo de accionamiento 142 a la CPU 201.

Es decir, el dispositivo de control 2 está configurado para recibir señales de los diferentes sensores mencionados anteriormente a través de la interfaz 205 y emitir las señales de funcionamiento mencionadas anteriormente a cada parte de funcionamiento sobre la base del resultado del cálculo realizado por la CPU 201 en función de las señales recibidas.

Debería observarse que en esta realización, una parte de control de relación de compresión, una parte de control de relación de expansión, una parte de adquisición de relación de compresión y una parte de adquisición de relación de expansión de la presente invención se componen del mecanismo de accionamiento 142 para establecer un estado del movimiento del bloque de cilindros 11 y la culata de cilindro 12 en relación con el cárter 13 mediante el mecanismo de relación de compresión variable 14, el dispositivo de sincronización de válvula de admisión y de escape variable 125 y 126 para establecer las sincronizaciones de válvula de admisión y de escape, y el dispositivo de control 2 (la CPU 201) para controlar los estados de los mismos.

Además, en esta realización, una parte de estimación de temperatura y una parte de determinación (una parte de determinación de diagnóstico) de la presente invención se componen del dispositivo de control 2 (la CPU 201) y los diversos sensores mencionados anteriormente conectados al dispositivo de control 2 a través de la interfaz 205.

Además, en esta realización, una parte de permiso de determinación de la presente invención se compone por el dispositivo de control 2 (la CPU 201).

<Sumario del funcionamiento>

A continuación, se explicará un sumario del funcionamiento del sistema S de esta realización.

<< Control de la relación de aire-combustible >>

Una relación de aire-combustible objetivo se establece sobre la base del grado de apertura de válvula de regulación TA, etc. La relación de aire-combustible objetivo normalmente se establece para la relación de aire-combustible estequiométrica. Por otro lado, en el caso de una aceleración, etc., la relación de aire-combustible objetivo puede establecerse para una relación ligeramente desplazada a un lado rico o pobre de la relación de aire-combustible estequiométrica como sea necesario.

Además, cuando se satisface una condición de OBD de sensor predeterminada, un diagnóstico de mal funcionamiento (un OBD de sensor) del sensor(s) de relación de aire-combustible corriente arriba y/o corriente abajo 178a y/o 178b se realiza una vez cada un recorrido (que es un período desde el arranque del motor 1 hasta la parada del mismo). Durante el OBD de sensor, la relación de aire-combustible objetivo se controla de tal manera que se cambia en la forma de onda rectangular entre una relación desplazada a un lado rico de la relación de aire-combustible estequiométrica y a una relación desplazada a un lado pobre de la relación de aire-combustible estequiométrica (un denominado control activo de relación de aire-combustible).

Además, el control activo de relación de aire-combustible mencionado anteriormente se realiza cuando un diagnóstico de deterioro del convertidor catalítico 161 (un OBD de catalizador) se realiza en una condición de funcionamiento predeterminada durante el funcionamiento estacionario.

5 Un valor base de una cantidad de un combustible inyectado desde los inyectores 127 (una cantidad de inyección de combustible base) se adquiere sobre la base de la relación de aire-combustible objetivo como se ha explicado anteriormente, un caudal de aire de admisión G_a , etc.

10 Cuando no se cumple una condición de control de realimentación predeterminada, tal como cuando los sensores de relación aire-combustible corriente arriba y corriente abajo 178a y 178b no están suficientemente protegidos contra el frío inmediatamente después de que el motor 1 se ponga en marcha, se realiza un control de bucle abierto sobre la base de la cantidad de inyección de combustible base. (En este control en bucle abierto, puede realizarse un control de aprendizaje sobre la base del coeficiente de corrección de aprendizaje).

15 Cuando se cumple la condición de control de retroalimentación, una cantidad real (una cantidad de inyección de combustible ordenada) del combustible inyectado desde los inyectores 127 se adquiere realizando una corrección de retroalimentación de la cantidad de inyección de combustible base sobre la base de las salidas de los sensores de relación aire-combustible corriente arriba y corriente abajo 178a y 178b. Además, se realiza un aprendizaje de relación de aire-combustible para adquirir el coeficiente de corrección de aprendizaje para el control de bucle abierto mencionado anteriormente sobre la base de las salidas de los sensores de relación aire-combustible corriente arriba y corriente abajo 178a y 178b.

<< ODB de catalizador >>

25 La relación de aire-combustible de la mezcla de aire-combustible se fuerza a cambiarse en la forma de onda rectangular por el control activo de relación de aire-combustible mencionado anteriormente. En primer lugar, la relación de aire-combustible de la mezcla de aire-combustible se establece en una relación de aire-combustible pobre predeterminada durante un período predeterminado. De este modo, el oxígeno se almacena en el catalizador de tres vías del convertidor catalítico 161 hasta el límite superior de la capacidad de adsorción. Después de esto, la relación de aire-combustible de la mezcla de aire-combustible se fuerza a cambiarse a una relación de aire-combustible rica predeterminada. A continuación, la relación de aire-combustible detectada por el sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b cambia a un lado rico después de que se mantenga para la relación de aire-combustible estequiométrica durante un tiempo constante Δt . Una cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima del catalizador de tres vías del convertidor catalítico 161 se calcula sobre la base de la diferencia $\Delta(A/F)$ entre la relación de aire-combustible estequiométrica y la relación de aire-combustible rica, la Δt y la cantidad de aire de admisión en este momento. El diagnóstico de deterioro del convertidor catalítico 161 se realiza sobre la base de la cantidad de almacenamiento de oxígeno máximo adquirida.

<< Sensor de OBD >>

40 La relación de aire-combustible de la mezcla de aire-combustible se fuerza a cambiarse en la forma de onda rectangular por el control activo de relación de aire-combustible mencionado anteriormente. En este momento, se determina si hay un mal funcionamiento del sensor(es) de relación aire-combustible corriente arriba y/o corriente abajo 178a y/o 178b determinando si se produce correctamente una onda de salida tras el cambio de la relación de aire-combustible. Ya que el contenido concreto de un OBD de sensor de este tipo se conoce bien, se omite la explicación detallada del mismo en esta memoria descriptiva.

<< Control de las relaciones de compresión y de expansión >>

50 La relación de compresión mecánica, la relación de compresión real y la relación de expansión se controlan sobre la base de la condición de funcionamiento tal como la condición de calentado, la condición de carga, etc., del motor 1.

Específicamente, la relación de compresión se establece en una relación de compresión baja con el fin de calentar rápidamente un cuerpo del motor 1 y el convertidor catalítico 161 durante un funcionamiento de calentamiento. Cuando la condición de funcionamiento del motor 1 alcanza una zona regular (en un recorrido en el área urbana, en un recorrido en la carretera, etc.) después de que el motor se ha calentado, la relación de compresión se establece en un índice de compresión alto. De este modo, se incrementa el rendimiento térmico y se mejora el consumo de combustible. Por otro lado, en una zona de salida grande (en aceleración rápida, al correr cuesta arriba, etc.), la relación de compresión se establece en una relación de compresión baja. De este modo, se restringe un golpeteo mientras que se obtiene una gran salida.

60 La relación de compresión real es un valor determinado por un volumen de carrera real desde cuando la acción de compresión realmente empieza hasta que el pistón 112 alcanza un punto muerto superior, y un volumen de la cámara de compresión (un volumen de la cámara de combustión CC en el punto muerto superior del pistón 112). El volumen de la cámara de compresión se determina en función del estado establecido de la relación de compresión mecánica. Por otra parte, incluso cuando el pistón 112 se mueve hacia arriba en la carrera de compresión, la acción de compresión no se produce sustancialmente durante la apertura de la válvula de admisión 123, y la acción de

compresión real se inicia desde cuando se cierra la válvula de admisión 123. Por consiguiente, cuando la relación de compresión mecánica es constante, la relación de compresión real se reduce al retrasar la sincronización de cierre de la válvula de admisión 123.

5 La relación de expansión es una relación de un volumen en el extremo de la expansión en la carrera de expansión para el volumen de la cámara de compresión. Como se ha explicado anteriormente, el volumen de la cámara de compresión se determina en función del estado de establecimiento de la relación de compresión mecánica. Por otra parte, la relación de expansión es variable en función de la sincronización de apertura de la válvula de escape 124. Por ejemplo, la temperatura de gas de escape puede aumentarse haciendo avanzar la sincronización de apertura de la válvula de escape 124 con el fin de calentar rápidamente el convertidor catalítico 161. Además, puede aumentarse la eficacia de calor del motor retardando la sincronización de apertura de la válvula de escape 124 tanto como sea posible.

15 Por consiguiente, por ejemplo, en el funcionamiento del motor a baja carga, la eficacia de calor del motor puede aumentarse estableciendo la relación de expansión a una relación alta (por ejemplo, alrededor de 26) estableciendo la relación de compresión mecánica a una relación alta y retrasando la sincronización de apertura de la válvula de escape 124 tanto como sea posible, mientras que una combustión anormal tal como golpeando, etc. puede restringirse estableciendo la relación de compresión real a una relación baja (por ejemplo, alrededor de 11) retrasando la sincronización de cierre de la válvula de admisión 123 (un denominado ciclo de relación de expansión alta).

25 Específicamente, por ejemplo, cuando la carga del motor disminuye, la relación de compresión mecánica y la relación de expansión se establecen en relaciones altas, mientras que se retrasa la sincronización de cierre de la válvula de admisión 123. De este modo, la relación de compresión real se establece en una relación en general constante en la carga baja del motor o en la carga alta del motor.

30 En este sentido, sin embargo, cuando la relación de compresión mecánica y la relación de expansión se cambian durante el OBD, la precisión del OBD puede disminuir. Específicamente, cuando la relación de compresión mecánica y la relación de expansión se cambian durante el OBD, el estado de combustión de la mezcla aire-combustible y/o el cambio de temperatura de gas de escape, y los cambios ejercen las salidas de los sensores de relación aire-combustible corriente arriba y corriente abajo 178a y 178b. Además, el cambio de la temperatura de gas de escape conduce a un cambio de la temperatura del convertidor catalítico 161, y a continuación cambia la función de adsorción de oxígeno (una adsorción de oxígeno y una propiedad de descarga) del convertidor catalítico 161. En particular, en el OBD del sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b, cuando la función de adsorción de oxígeno del convertidor catalítico 161 no se mantiene constante, es difícil realizar el OBD con precisión.

40 Por consiguiente, el mecanismo de relación de compresión variable 14, el dispositivo de sincronización de válvula de admisión variable 125 y el dispositivo de sincronización de válvula de escape variable 126 se controlan de tal manera que la relación de compresión mecánica y la relación de expansión se mantienen (en general) constantes durante el OBD. Como alternativa, se permite que el OBD se realice en la condición en la que la relación de compresión mecánica y la relación de expansión se mantienen (en general) constantes.

45 <Explicación del funcionamiento>

A continuación, se explicará un ejemplo concreto del funcionamiento del dispositivo de control 2 de esta realización mostrado en la figura 1 usando diagramas de flujo. Debería observarse que, en la siguiente explicación, "etapa" se abrevia como "S" (en los dibujos, "etapa" también se abrevia como "S").

50 <Primer ejemplo concreto>

55 En un primer ejemplo concreto, como se explica a continuación, se supone que un control de la relación de compresión mecánica y de la relación de expansión se realiza de tal manera que la relación de compresión mecánica y la relación de expansión son en general iguales entre sí. Es decir, en el primer ejemplo concreto, se supone que la sincronización de apertura de la válvula de escape 124 es constante (se establece en una sincronización retrasada de manera máxima dentro de un intervalo variable).

60 Además, se supone que la sincronización de cierre de la válvula de admisión 123 se establece apropiadamente en función de la condición de funcionamiento. Es decir, en este ejemplo concreto, se supone que puede realizarse el denominado ciclo de relación de expansión alta (lo mismo se aplica a los otros ejemplos concretos).

<< Determinación de la condición de OBD de catalizador >>

65 La CPU 201 realiza una rutina de determinación de condición de OBD de catalizador 300 mostrada en la figura 3 cada vez que se produce una sincronización predeterminada.

En primer lugar, en S310, se determina si se satisface una condición de OBD de catalizador. La condición de OBD de catalizador es que el motor 1 se ha calentado (la temperatura del agua de refrigeración $T_w \geq T_{w0}$), la cantidad del cambio del grado de apertura de válvula de regulación TA por unidad de tiempo es más pequeña que o igual a una cantidad predeterminada, la velocidad del vehículo es más alta que o igual a una velocidad predeterminada, y el caudal de aire de admisión es más pequeña que o igual a un caudal predeterminado (en torno a un caudal de aire de admisión en el que no se produce un denominado “ambiente oxigenado” en el convertidor catalítico 161).

Cuando se satisface la condición de OBD de catalizador (S310 = Sí), el proceso pasa a S320, y se determina si la satisfacción de la condición de OBD de catalizador en este momento es la primera satisfacción después de que el motor 1 arranque. Cuando la satisfacción de la condición de OBD de catalizador en este momento es la primera satisfacción después de que el motor 1 arranque (S320 = Sí), el proceso pasa a S330, y se establece una marca de OBD de catalizador Xc. Cuando la condición de OBD de catalizador no se satisface (S310 = No) o cuando la satisfacción de la condición de OBD de catalizador en este momento no es la primera satisfacción después de que el motor 1 arranque (S320 = No), el proceso pasa a S340, y la marca de OBD de catalizador Xc se pone a cero. Después de esto, esta rutina se termina de inmediato.

<< Establecimiento de la relación de compresión mecánica (relación de expansión) >>

La CPU 201 realiza una rutina de establecimiento de relación de compresión mecánica 400 mostrada en la figura 4 cada vez que se produce una sincronización predeterminada. Debería observarse que en este ejemplo concreto, como se ha explicado anteriormente, la sincronización de apertura de la válvula de escape 124 es constante. Por consiguiente, en este ejemplo concreto, una parte de control de relación de compresión (un medio de control de relación de compresión) y una parte de control de relación de expansión (un medio de control de relación de expansión) de la presente invención se realizan mediante el proceso de esta rutina 400 en el dispositivo de control 2 (la CPU 201).

En primer lugar, en S410, se determina si el motor 1 se ha calentado (la temperatura de agua de refrigeración $T_w \geq T_{w0}$). Cuando el motor 1 se está calentando (S410 = No), el proceso pasa a S415. En S415, la relación de compresión mecánica ε_m (es decir, la relación de expansión ε_e) se establece en un valor bajo ε_{m0} (es decir ε_{e0}) para facilitar el calentamiento del motor 1 y del convertidor catalítico 161 aumentando la temperatura del gas de escape.

Cuando el motor 1 se ha calentado (S410 = Sí), el proceso pasa a S420, y se determina si se establece la marca de OBD de catalizador Xc. Cuando no se establece la marca de OBD de catalizador Xc (S420 = No), la condición de funcionamiento presente está en un funcionamiento normal después de que se haya calentado el motor 1. Por consiguiente, en este caso, el proceso pasa a S425. En S425, la relación de compresión mecánica ε_m se adquiere usando un mapa, etc., sobre la base de la velocidad de motor Ne y la relación de carga KL. Debería observarse que la relación de carga KL puede adquirirse sobre la base del caudal de aire de admisión Ga o el grado de apertura de válvula de regulación TA o la cantidad de funcionamiento del acelerador Accp como se conoce bien.

Cuando el motor 1 se ha calentado (S410 = Sí) y se establece la marca de OBD de catalizador Xc (S420 = Sí), se realiza un ODB de catalizador. En este caso, en primer lugar, el proceso pasa a S430, y se adquiere una temperatura estimada del catalizador de tres vías (una temperatura de catalizador estimada Tc) en el convertidor catalítico 161. La adquisición de la temperatura de catalizador estimada Tc (una estimación de a bordo de la temperatura de catalizador) se explicará en detalle más adelante. A continuación, en S440, se determina si la temperatura de catalizador estimada Tc es más baja que una temperatura de límite inferior TL predeterminada. Cuando la temperatura de catalizador estimada Tc es más baja que la temperatura de límite inferior TL (S440 = Sí), el proceso pasa a S445, y se establece la relación de compresión mecánica ε_m . Cuando la temperatura de catalizador estimada Tc es más alta que o igual a la temperatura de límite inferior TL (S440 = No), se salta el proceso S445, y el proceso pasa a S450. En S450, se determina si la temperatura de catalizador estimada Tc es más alta que la temperatura límite superior predeterminada TH. Cuando la temperatura de catalizador estimada Tc es más alta que la temperatura límite superior TH (S450 = Sí), el proceso pasa a S455, y se establece la relación de compresión mecánica ε_m . Cuando la temperatura de catalizador estimada Tc es más baja o igual a la temperatura límite superior TH (S450 = No), se salta el proceso S455.

En S445, la relación de compresión mecánica se reduce en $\Delta \varepsilon_m$ desde la última vez con el fin de aumentar la temperatura del convertidor catalítico 161 a un intervalo de temperatura (TL - TH) adecuada para el OBD de catalizador aumentando la temperatura de gas de escape. Por el contrario, en S455, la relación de compresión mecánica se eleva mediante $\Delta \varepsilon_m$ desde la última vez con el fin de disminuir la temperatura del convertidor catalítico 161 a una temperatura dentro del intervalo de temperatura mencionado anteriormente disminuyendo la temperatura de gas de escape. Por otro lado, cuando la temperatura de catalizador estimada Tc está dentro del intervalo de temperatura mencionado anteriormente (S440 = No, S450 = No), se saltan los procesos de S445 y S455, y por lo tanto la relación de compresión mecánica se establece en la misma relación que la última relación de compresión mecánica. Es decir, la relación de compresión mecánica ε_m se mantiene constante.

Después de que se realice el proceso explicado anteriormente para establecer la relación de compresión mecánica ε_m (la relación de expansión ε_e), el estado de establecimiento de la relación de compresión mecánica ε_m se almacena en la RAM de respaldo 204 en S460. Después de esto, esta rutina se termina de inmediato.

5 << ODB de catalizador >>

La CPU 201 realiza una rutina de ODB de catalizador 500 mostrada en la figura 5 cada vez que se produce una sincronización predeterminada. Debería observarse que en este ejemplo concreto, una parte de determinación (medio de determinación) y una parte de determinación de deterioro (medio de determinación de deterioro) de la presente invención se realizan mediante el proceso de esta rutina 500 en el dispositivo de control 2 (la CPU 201).

10 En primer lugar, en S510, se determina si se establece la marca de ODB de catalizador Xc. Cuando se establece la marca de ODB de catalizador Xc (S510 = Sí), el proceso pasa a S520 y a las siguientes etapas de la misma. Cuando no se establece la marca de ODB de catalizador Xc (S510 = No), el proceso de S520 y las siguientes etapas de la misma se saltan y esta rutina se termina de inmediato.

15 En S520, similar a S430, se adquiere la temperatura de catalizador estimada Tc. La adquisición de la temperatura de catalizador estimada Tc se explicará en detalle más adelante. A continuación, en S530, se determina si la temperatura de catalizador estimada Tc es más baja que la temperatura de límite inferior TL. Cuando la temperatura de catalizador estimada Tc es más alta o igual a la temperatura de límite inferior TL (S530 = No), el proceso pasa a S540, y se determina si la temperatura de catalizador estimada Tc es más alta que la temperatura de límite superior TH. Cuando la temperatura de catalizador estimada Tc está dentro del intervalo de temperatura mencionado anteriormente (S530 = No, S540 = No), el proceso pasa a S550 y se realiza el ODB de catalizador y cuando se determina que se produce un deterioro del catalizador, se genera una alarma al conductor mediante el dispositivo de alarma 182. Después de que se realice el ODB de catalizador, la marca de ODB de catalizador se pone a cero en S560.

20 Cuando la temperatura de catalizador estimada Tc no está dentro del intervalo de temperatura mencionado anteriormente (S530 = Sí o S540 = Sí), esta rutina se termina de inmediato. Es decir, el rendimiento del ODB de catalizador se mantiene hasta que la temperatura de catalizador estimada Tc alcanza el intervalo de temperatura mencionado anteriormente.

25 La figura 6 es una gráfica que muestra un aspecto cuando se realiza el ODB de catalizador. La figura 6, (i) es una gráfica que muestra un cambio de la relación de aire-combustible durante el ODB de catalizador, (ii) es una gráfica que muestra una cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del convertidor catalítico 161 que cambia correspondientemente al cambio de la relación de aire-combustible mostrada en (i), (iii) es una gráfica que muestra una salida Voxs del sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b correspondiente al cambio de la relación de aire-combustible mostrada en (i) y el cambio de la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA mostrada en (ii).

30 En primer lugar, como se muestra en (i) de la figura 6, la relación de aire-combustible se establece en una relación de aire-combustible más pobre que la relación de aire-combustible estequiométrica (estequiométrico) mediante $\Delta A/F$ a partir del tiempo de arranque de ODB de catalizador t1. A continuación, un gas de escape que tiene una relación de aire-combustible pobre fluye en el convertidor catalítico 161. Por consiguiente, como se muestra en (II) de la figura 6, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del convertidor catalítico 161 aumenta progresivamente y alcanza un valor pico $C_{m\acute{a}x2}$ en el tiempo t2.

35 Cuando la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del convertidor catalítico 161 alcanza el valor pico $C_{m\acute{a}x2}$, el oxígeno ya no puede adsorberse por el catalizador de 161. Por consiguiente, desde el tiempo t2, el gas de escape que incluye oxígeno (el gas de escape que tiene una relación de aire-combustible pobre) comienza a fluir hacia el lado de corriente abajo del convertidor catalítico 161. Por lo tanto, como se muestra en (iii) de la figura 6, la salida Voxs del sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b cambia a un valor desplazado en gran parte al lado pobre de la relación de aire-combustible estequiométrica.

40 Cuando se determina que la salida Voxs del sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b cambia al valor desplazado en gran parte al lado pobre de la relación de aire-combustible estequiométrica en el tiempo t2, la relación de aire-combustible se establece en una relación de aire-combustible más rica que la relación de aire-combustible estequiométrica mediante $\Delta A/F$ como se muestra en (i) de la figura 6. A continuación, el gas de escape que tiene una relación de aire-combustible rica fluye en el convertidor catalítico 161. En este momento, el oxígeno almacenado en el convertidor catalítico 161 se consume en una oxidación de entrada de HC y CO sin quemar. En consecuencia, como se muestra en (ii) de la figura 6, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del convertidor catalítico 161 disminuye progresivamente desde $C_{m\acute{a}x2}$, y la cantidad de almacenamiento de oxígeno del convertidor catalítico 161 se convierte en "cero" en el tiempo t3.

65

5 Cuando la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del convertidor catalítico 161 se convierte en cero, ya no puede oxidarse el HC y el CO sin quemar por el convertidor catalítico 161. En consecuencia, desde el tiempo 3, el gas que tiene una relación de aire-combustible rica comienza a fluir hacia el lado de corriente abajo del convertidor catalítico 161. Por lo tanto, como se muestra en (iii) de la figura 6, la salida Voxs del sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b cambia de un valor que indica una relación de aire-combustible pobre a un valor que indica una relación de aire-combustible rica.

10 Cuando se determina que la salida del sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b cambia desde el valor que indica la relación de aire-combustible pobre al valor que indica la relación de aire-combustible rica en el tiempo t3, la relación de aire-combustible se establece de nuevo a una relación de aire-combustible más pobre que la relación de aire-combustible estequiométrica mediante $\Delta A/F$ como se muestra en (i) de la figura 6. De este modo, como se muestra en (ii) de la figura 6, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del convertidor catalítico 161 sigue aumentando desde "cero" y alcanza un valor pico $C_{m\acute{a}x4}$ en el tiempo t4. A continuación, similar a la explicación anterior, en el tiempo 4, la salida Voxs del sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b cambia desde un valor que indica una relación de aire-combustible rica a un valor que indica una relación de aire-combustible pobre. Cuando se determina que la salida Voxs del sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b cambia como se ha explicado anteriormente en el tiempo t4, el ODB de catalizador se termina y el control de relación de aire-combustible se devuelve al control normal.

20 Al realizar el control de relación de aire-combustible de forma de onda rectangular (el control activo) como se ha explicado anteriormente, la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima $C_{m\acute{a}x}$ del convertidor catalítico 161 se adquiere de acuerdo con las siguientes expresiones. Debería observarse que, en las siguientes expresiones, el valor "0,23" es una fracción del oxígeno incluido en la atmósfera en peso, y mfr es una cantidad total de las cantidades de inyección de combustible F_i dentro de un período predeterminado (un $T_{muestra}$ de ciclo de cálculo).

$$\begin{aligned} \Delta O_2 &= 0,23 \cdot mfr \cdot \Delta A/F \\ C_{m\acute{a}x2} &= \Sigma \Delta O_2 \text{ (zona } t = t_2 - t_3) \\ C_{m\acute{a}x4} &= \Sigma \Delta O_2 \text{ (zona } t = t_3 - t_4) \\ C_{m\acute{a}x} &= (C_{m\acute{a}x2} + C_{m\acute{a}x4})/2 \end{aligned}$$

30 Como se muestra en las expresiones, una cantidad de la escasez de aire en la $T_{muestra}$ de período predeterminado se calcula multiplicando la cantidad total mfr de las cantidades de inyección de combustible en el $T_{muestra}$ de período predeterminado en la zona $t = t_2 - t_3$ por la desviación $\Delta A/F$ de la relación de aire-combustible A/F en comparación con la relación de aire-combustible estequiométrica, y la cantidad ΔO_2 del cambio de la cantidad de almacenamiento de oxígeno (la cantidad de consumo del oxígeno adsorbido) en el $T_{muestra}$ de período predeterminado se calcula multiplicando la cantidad de la escasez del aire por la fracción del oxígeno en peso. A continuación, la cantidad de consumo de oxígeno hasta que la condición del convertidor catalítico 161 cambia desde la condición en la que almacena el máximo de oxígeno en el mismo hasta la condición en la que consume el máximo de oxígeno, es decir, el valor pico $C_{m\acute{a}x2}$, se estima y se calcula integrando la cantidad ΔO_2 del cambio de la cantidad de almacenamiento de oxígeno desde el tiempo t2 al tiempo t3. Del mismo modo, en la zona $t = t_3 - t_4$, la cantidad de almacenamiento de oxígeno hasta que la condición del convertidor catalítico 161 cambia desde la condición en la que consume el máximo de oxígeno hasta la condición en la que almacena el máximo de oxígeno en el mismo, es decir, el valor pico $C_{m\acute{a}x4}$, se estima y se calcula integrando la cantidad ΔO_2 del cambio de la cantidad de almacenamiento de oxígeno.

45 Debería observarse que las expresiones anteriores pueden simplificarse de la siguiente manera cuando la cantidad de aire de admisión del cilindro M_c es constante (es decir, el caudal del aire de admisión G_a es constante) durante el ODB de catalizador.

$$\begin{aligned} C_{m\acute{a}x2} &= 0,23 \cdot mfr \cdot \Delta A/F \cdot (t_3 - t_2) \\ C_{m\acute{a}x4} &= 0,23 \cdot mfr \cdot \Delta A/F \cdot (t_4 - t_3) \\ C_{m\acute{a}x} &= (C_{m\acute{a}x2} + C_{m\acute{a}x4})/2 \end{aligned}$$

55 Debería observarse que en este ejemplo concreto, una parte de permiso de determinación (un medio de permiso de determinación) de la presente invención se realiza mediante los procesos S440-S455 y S530-S540 en el dispositivo de control 2 (la CPU 201).

<< Adquisición de la temperatura de catalizador estimada >>

60 A continuación, se explicará un ejemplo concreto de la adquisición de la temperatura estimada T_c del convertidor catalítico 161. La CPU 201 realiza una rutina de adquisición de temperatura de catalizador estimada 700 mostrada en la figura 7 cada vez que se produce una sincronización predeterminada.

En primer lugar, en S710, se adquieren la velocidad del motor N_e , la relación de carga KL y la relación de compresión mecánica ϵ_m . La relación de compresión mecánica ϵ_m puede adquirirse de una manera relativamente fácil y correcta mediante la CPU 201 que reconoce la condición del control de funcionamiento (por ejemplo, el ángulo de rotación del motor) del mecanismo de accionamiento 142 realizado por el dispositivo de control 2.

5 A continuación, en S720, se adquiere una temperatura T_c (ϵ_{m1}) sobre la base de un mapa de temperatura de catalizador preparado usando la velocidad del motor N_e y la relación de carga KL como parámetros en la condición de que la relación de compresión mecánica ϵ_m es un valor predeterminado ϵ_{m1} (por ejemplo, un valor mínimo $\epsilon_{m_mín}$) y la velocidad del motor N_e y la relación de carga KL adquiridas en S710. Del mismo modo, en S730, se adquiere una temperatura T_c (ϵ_{m2}) sobre la base de un mapa de temperatura de catalizador preparado en la condición de que la relación de compresión mecánica ϵ_m es un valor predeterminado ϵ_{m2} ($> \epsilon_{m1}$: por ejemplo, un valor máximo $\epsilon_{m_máx}$) y la velocidad del motor N_e y la relación de carga KL adquiridas en S710.

15 A continuación, en S740, se adquiere una temperatura de catalizador estimada T_c sobre la base de T_c (ϵ_{m1}), T_c (ϵ_{m2}), la relación de compresión mecánica ϵ_m adquirida en S710 y un mapa o función predeterminada. Por ejemplo, suponiendo que el cambio de la temperatura de catalizador producido por el cambio de la relación de compresión mecánica ϵ_m en el caso de que la velocidad del motor N_e y la relación de carga KL sean constantes se aproximada mediante una línea recta, la temperatura de catalizador estimada T_c puede adquirirse de la siguiente manera.

$$20 \quad T_c = T_c(\epsilon_{m1}) + (\epsilon_m - \epsilon_{m1}) \cdot (T_c(\epsilon_{m2}) - T_c(\epsilon_{m1})) / (\epsilon_{m2} - \epsilon_{m1})$$

Después de esto, esta rutina se termina de inmediato.

25 Debería observarse que en este ejemplo concreto, una parte de adquisición de relación de compresión (un medio de adquisición de relación de compresión) y una parte de adquisición de relación de expansión (un medio de adquisición de relación de expansión) de la presente invención se realizan mediante el proceso de S710 en el dispositivo de control 2 (la CPU 201). Además, una parte de estimación de temperatura (un medio de estimación de la temperatura) de la presente invención se realiza mediante los procesos de S720-S740 en el dispositivo de control 2.

30 << Acción y efecto del primer ejemplo concreto >>

- En este ejemplo concreto, la temperatura del convertidor catalítico 161 se estima a bordo sobre la base de la relación de compresión real cuando se realiza el ODB de catalizador. En otras palabras, el valor de temperatura estimada del convertidor catalítico 161 se corrige en función de la relación de compresión real cuando se realiza el ODB de catalizador. Por consiguiente, la estimación de la temperatura del convertidor catalítico 161 puede realizarse con precisión. Por lo tanto, el ODB de catalizador puede realizarse con precisión.
- En este ejemplo concreto, la relación de compresión mecánica se mantiene constante prohibiendo el cambio de la relación de compresión mecánica en función de la condición de funcionamiento durante el OBD de catalizador. Por consiguiente, el cambio de la temperatura del convertidor de catalizador 161 se restringe tanto como sea posible durante el ODB de catalizador. Por lo tanto, el ODB de catalizador puede realizarse con aún más precisión.
- En este ejemplo concreto, la relación de compresión mecánica se controla para un valor constante que es una relación de compresión baja con el fin de aumentar la temperatura del convertidor catalítico 161, en el caso de que la temperatura de catalizador estimada T_c sea más baja que una temperatura de límite inferior de determinación de deterioro predeterminada (TL). Además, la relación de compresión mecánica se controla para un valor constante que es una relación de compresión alta con el fin de disminuir la temperatura del convertidor catalítico 161, en el caso de que la temperatura de catalizador estimada T_c sea más alta que una temperatura de límite superior de determinación de deterioro predeterminada (TH). En consecuencia, tras el OBD de catalizador, la temperatura del convertidor catalítico 161 puede forzarse a establecerse dentro de un intervalo adecuado para la determinación de deterioro. Por lo tanto, el ODB de catalizador puede realizarse apropiadamente.

<Segundo ejemplo concreto>

55 Al igual que en el primer ejemplo concreto explicado anteriormente, en un segundo ejemplo concreto explicado a continuación, se asume que la relación de compresión mecánica ϵ_m y la relación de expansión ϵ_e se controlan de tal manera que la relación de compresión mecánica ϵ_m y la relación de expansión ϵ_e son en general iguales entre sí.

60 << Determinación de la Condición de OBD de sensor >>

La CPU 201 realiza una rutina de determinación de condición de OBD de sensor 800 mostrada en la figura 8 cada vez que se produce una sincronización predeterminada. Cuando se inicia esta rutina, en primer lugar, en S810, se determina si un OBD de sensor no se ha completado en este recorrido. Cuando el OBD de sensor no se ha

completado (S810 = Sí), el proceso pasa a S820, y se determina si se ha satisfecho una condición de OBD de sensor.

La condición de OBD de sensor incluye una condición de que la cantidad de funcionamiento del acelerador Accp es más pequeña que o igual a una cantidad predeterminada y el cambio de la relación de compresión mecánica ϵm no es necesario, y una condición de temperatura predeterminado. La condición de temperatura es que (1) se estima que el sensor de relación de aire-combustible corriente arriba 178a se calienta a una temperatura de activación predeterminada en el caso del OBD del sensor de relación de aire-combustible corriente arriba 178a o que (2) el sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b se calienta a una temperatura de activación predeterminada y el convertidor catalítico 161 se calienta a una temperatura de activación predeterminada para ser una condición que sea capaz de ejercer una función de adsorción de oxígeno predeterminada en el caso del OBD del sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b. Sus temperaturas pueden estimarse por la CPU 201 usando unos parámetros de motor tales como la temperatura de agua de refrigeración T2, etc.

Cuando se satisface la condición de OBD de sensor (S820 = Sí), el proceso pasa a S830, y se establece una marca de OBD de sensor Xd y esta rutina se termina de inmediato. Por otro lado, cuando la condición de OBD de sensor no está aún satisfecha (S820 = No), el proceso pasa a S840, y no se establece la marca de OBD de sensor Xd y esta rutina se termina de inmediato. Debería observarse que después de que se complete el OBD de sensor (S810 = No), el proceso pasa a S840, y se restablece la marca de OBD de sensor Xd, y esta rutina se termina de inmediato.

<< Establecimiento de la relación de compresión mecánica >>

La CPU 201 realiza una rutina de control de relación de compresión mecánica 900 mostrada en la figura 9 cada vez que se produce una sincronización predeterminada. Debería observarse que en este ejemplo concreto, una parte de control de relación de compresión (un medio de control de relación de compresión) y una parte de control de relación de expansión (un medio de control de relación de expansión) de la presente invención se realizan por el proceso de esta rutina 900 en el dispositivo de control 2 (la CPU 201).

Cuando se inicia esta rutina, en primer lugar, en S910, se determina si se ha calentado el motor 1 (si la temperatura del agua de refrigeración $T_w \geq T_{w0}$).

Cuando el motor 1 se está calentando (S910 = No), el proceso pasa a S920. En S920, se determina un valor objetivo de la relación de compresión mecánica ϵm para un valor pequeño ϵm_0 con el fin de facilitar el calentamiento del motor 1, el convertidor catalítico 161, el sensor de relación de aire-combustible corriente arriba 178a y el sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b aumentando la temperatura del gas de escape.

Cuando el motor 1 se ha calentado (S910 = Sí), el proceso pasa a S930, y se determina si se establece la marca de OBD de sensor Xd. Cuando no se establece la marca de OBD de sensor Xd (S930 = No), la condición de funcionamiento presente es un funcionamiento normal después de que el motor 1 se caliente. En consecuencia, en este caso, el proceso pasa a S940. En S940, se determina un valor objetivo de la relación de compresión mecánica ϵm usando un mapa, etc., sobre la base de la velocidad del motor Ne y la relación de carga KL. Debería observarse que la relación de carga KL puede adquirirse sobre la base de los parámetros del motor tales como el caudal de aire de admisión Ga, el grado de apertura de válvula de regulación TA, la cantidad de funcionamiento del acelerador Accp, etc., como se conoce bien.

Después de que se determine el valor objetivo de la relación de compresión mecánica ϵm en función de la condición de funcionamiento como se ha explicado anteriormente, el proceso pasa a S950, y el valor objetivo se almacena en la RAM de respaldo 204.

Por otro lado, cuando se establece la marca de OBD de sensor Xd (S930 = Sí), se lee el valor objetivo de la relación de compresión mecánica ϵm almacenado en el último inicio de esta rutina. Es decir, el valor objetivo de la relación de compresión mecánica ϵm tras el inicio de esta rutina en este momento se establece en la misma relación que en el último inicio de esta rutina. De este modo, la relación de compresión mecánica ϵm se controla constante (el cambio de la relación de compresión mecánica ϵm está prohibido) durante el OBD de sensor.

Después de que se determina el valor objetivo de la relación de compresión mecánica ϵm como se ha explicado anteriormente, el proceso pasa a S970. En S970, el mecanismo de accionamiento 142 proporcionado en el mecanismo de relación de compresión variable 14 se controla de tal manera que el estado de establecimiento de la relación de compresión mecánica ϵm corresponde al valor objetivo mencionado anteriormente, y después de esto, esta rutina se termina de inmediato. En este sentido, como se ha explicado anteriormente, ya que el valor objetivo de la relación de compresión mecánica ϵm es el mismo que el del último inicio de esta rutina durante el OBD de sensor, el estado de establecimiento de la relación de compresión mecánica ϵm durante el OBD de sensor se mantiene constante.

<Tercer ejemplo concreto>

En un tercer ejemplo concreto explicado a continuación, se supone que el control de la relación de compresión mecánica εm y de la relación de expansión εe se realiza para que sea capaz de cambiar la relación de expansión εe controlando la sincronización de apertura de la válvula de escape 124 incluso cuando la relación de compresión mecánica εm es constante.

<< Control de la relación de compresión y de la relación de expansión >>

La CPU 201 realiza una rutina de control de la relación de compresión y de la relación de expansión 1000 mostrada en la figura 10 cada vez que se produce una sincronización predeterminada. Debería observarse que en este ejemplo concreto, una parte de control de relación de compresión (un medio de control de relación de compresión) y una parte de control de relación de expansión (un medio de control de relación de expansión) de la presente invención se realizan por el proceso de esta rutina 1000 en el dispositivo de control 2 (CPU 201).

Cuando se inicia esta rutina, en primer lugar, en S1010, se adquieren las condiciones de funcionamiento tales como la velocidad del motor N_e , la relación de carga KL , etc. A continuación, en S1020, se adquiere un valor objetivo de la relación de compresión real εr (una relación de compresión real objetivo εrt) sobre la base de las condiciones de funcionamiento y un mapa, etc. Después de esto, en S1030, se adquiere un valor objetivo de la relación de expansión εe (una relación de expansión objetivo εet) sobre la base de las condiciones de funcionamiento y un mapa, etc.

Después de esto, en S1040, se adquieren un valor objetivo de la relación de compresión mecánica εm (una relación de compresión mecánica objetivo εmt), una sincronización de cierre de válvula de admisión IC y una sincronización de apertura de válvula de escape EO para lograr la relación de expansión de destino εet y la relación de compresión real objetivo εrt , y sobre la base de los mismos, se controlan las unidades del mecanismo de relación de compresión variable 14, el dispositivo de sincronización de válvula de admisión variable 124 y el dispositivo de sincronización de válvula de escape variable 126 (S1050), y esta rutina se termina de inmediato.

<< ODB de catalizador >>

La CPU 201 realiza una rutina de OBD de catalizador 1100 mostrada en la figura 11 cada vez que se produce una sincronización predeterminada.

Cuando se inicia esta rutina, en primer lugar, en S1110, se adquieren unas condiciones de funcionamiento tales como la velocidad del motor N_e , la relación de carga KL , etc. A continuación, en S1120, se adquiere una relación de expansión εe . En este sentido, en este ejemplo, se supone que la relación de expansión εe se adquiere sobre la base del estado de establecimiento de la relación de compresión mecánica εm basándose en la señal de salida del codificador proporcionado en el servomotor del mecanismo de accionamiento 142 del mecanismo de relación de compresión variable 14 y la sincronización de apertura de válvula de escape EO .

A continuación, en S1130, se determina si el cambio de la relación de expansión εe está dentro de un intervalo predeterminado. En este sentido, la cantidad del cambio de la relación de expansión εe puede adquirirse procesando temporalmente de manera estadística el valor de la relación de expansión εe adquirido en S1120. Por supuesto, la determinación de S1130 puede realizarse simplemente determinando si la desviación entre el último valor y el valor actual está dentro de un intervalo predeterminado.

Cuando el cambio de la relación de expansión εe no está dentro del intervalo predeterminado (S1130 = No), se saltan los siguientes procesos, y esta rutina se termina de inmediato. Cuando el cambio de la relación de expansión εe está dentro del intervalo predeterminado (S1130 = Sí), el proceso pasa a S1140, y se determina si se satisfacen las otras condiciones de OBD.

Cuando se satisfacen las condiciones de OBD que incluyen la condición relativa al cambio de la relación de expansión εe (S1140 = Sí), el proceso pasa a S1150, y la temperatura de catalizador estimada T_c se adquiere sobre la base de la relación de expansión εe . La adquisición de la temperatura de catalizador estimada T_c se realiza de acuerdo con un método similar a la rutina de adquisición de temperatura de catalizador estimada 700 (véase la figura 7) se explica en relación con el primer ejemplo concreto explicado anteriormente (excepto en que la relación de expansión εe se usa en lugar de la relación de compresión mecánica εm en la rutina explicada anteriormente 700, se realiza un proceso en general similar a la rutina 700). Es decir, la temperatura de catalizador estimada T_c se corrige en función de la relación de expansión εe .

Después de esto, se realiza un OBD de catalizador (S1160) y esta rutina se termina de inmediato.

Como se ha explicado anteriormente, en este ejemplo concreto, el ODB de catalizador puede realizarse con precisión empleando el intervalo del cambio de la relación de expansión εe como la condición para determinar si debería realizarse el ODB de catalizador. Además, la precisión de la estimación de la temperatura de catalizador estimada T_c se mejora adquiriendo (corrigiendo) la temperatura de catalizador estimada T_c en función de la relación de expansión εe .

Debería observarse que una parte de determinación (un medio de determinación) y una parte de determinación de deterioro (un medio de determinación de deterioro) de la presente invención se realizan por el proceso de esta rutina 1100 en el dispositivo de control 2 (la CPU 201) en este ejemplo concreto. Además, en este ejemplo concreto, una parte de permiso de determinación (un medio de permiso de determinación) de la presente invención se realiza por el proceso de S1130 realizado por el dispositivo de control 2 (la CPU 201).

<Cuarto ejemplo concreto>

En un cuarto ejemplo concreto explicado a continuación, de manera similar al tercer ejemplo concreto explicado anteriormente, se controlan la relación de compresión mecánica εm y la relación de expansión εe controlando la sincronización de apertura de la válvula de escape 124 de tal manera que la relación de expansión εe puede cambiarse incluso cuando la relación de compresión mecánica εm es constante.

<< ODB de catalizador >>

La CPU 201 realiza una rutina de OBD de catalizador 1200 mostrada en la figura 12 cada vez que se produce una sincronización predeterminada.

Cuando se inicia esta rutina, en primer lugar, en S1210, se adquieren las condiciones de funcionamiento tales como la velocidad del motor N_e , la relación de carga KL , etc. A continuación, en S1220, se adquiere una relación de expansión εe . Después de esto, en S1230, se determina si se satisfacen otras condiciones de OBD distintas de la condición relativa a la relación de expansión εe . Cuando no se satisfacen las condiciones de OBD (S1230 = No), se saltan los siguientes procesos y esta rutina se termina de inmediato. Cuando se satisfacen otras condiciones de OBD distintas de la condición relativa a la relación de expansión εe (S1230 = Sí), el proceso pasa a S1240 y a las siguientes etapas de la misma.

El intervalo $\Delta \varepsilon e$ del cambio de la relación de expansión εe , para hacer que el intervalo ΔT_{ex} del cambio de la temperatura del gas de escape un valor constante pequeño predeterminado que se permite tras la actuación del OBD, varía en función de la relación de expansión εe tras la actuación del OBD (puede expresarse como una función de la relación de expansión εe). En consecuencia, en S1240, se adquiere un valor objetivo $\Delta \varepsilon e_t$ del intervalo del cambio de la relación de expansión εe por ser capaz de realizar el OBD sobre la base de un mapa, etc., usando la relación de expansión εe como un parámetro.

A continuación, el proceso pasa a S1250, y la relación de expansión εE se controla de tal manera que el intervalo $\Delta \varepsilon e$ del cambio de la relación de expansión real εe se limita al valor objetivo $\Delta \varepsilon e_t$. Después de esto, el proceso pasa a S1260, y se adquiere una temperatura de catalizador estimada T_c sobre la base de la relación de expansión εe . A continuación, se realiza un OBD de catalizador (S1270) y esta rutina se termina de inmediato.

Como se ha explicado anteriormente, en este ejemplo concreto, el ODB de catalizador puede realizarse con precisión limitando el intervalo del cambio de la relación de expansión εe tras la actuación del ODB de catalizador. Además, la precisión de la estimación de la temperatura de catalizador estimada T_c se mejora adquiriendo (corrigiendo) la temperatura de catalizador estimada T_c en función de la relación de expansión εe .

Debería observarse que una parte de determinación (un medio de determinación) y una parte de determinación de deterioro (un medio de determinación de deterioro) de la presente invención se realizan por el proceso de esta rutina 1200 en el dispositivo de control 2 (la CPU 201) en este ejemplo concreto.

< Quinto ejemplo concreto >>

En un quinto ejemplo concreto explicado a continuación, de manera similar a los ejemplos concretos explicados anteriormente tercero y cuarto, se supone que la relación de compresión mecánica εm y la relación de expansión εe se controlan de tal manera que la relación de expansión εe puede cambiarse controlando la sincronización de apertura de la válvula de escape 124, incluso cuando la relación de compresión mecánica εm es constante.

<< ODB de catalizador >>

La CPU 201 realiza una rutina de OBD de catalizador 1300 mostrada en la figura 13 cada vez que se produce una sincronización predeterminada.

5 Cuando se inicia esta rutina, en primer lugar, en S1310, se adquieren las condiciones de funcionamiento tales como la velocidad del motor N_e , la relación de carga KL , etc. A continuación, en S1320, se determina si se satisfacen otras condiciones de OBD distintas de la condición relativa a la relación de expansión ε_e . Cuando no se satisfacen las condiciones de OBD (S1320 = No), se saltan los siguientes procesos y esta rutina se termina de inmediato. Cuando se satisfacen otras condiciones de OBD distintas de la condición relativa a la relación de expansión ε_e (S1320 = Sí), el proceso pasa a S1330 y a las siguientes etapas de la misma.

10 En S1330, se establece una relación de compresión mecánica objetivo ε_{mt} en un valor predeterminado ε_{mt_obd} tras el OBD. El valor predeterminado ε_{mt_obd} se establece en un valor (por ejemplo, una relación de compresión baja de alrededor de 10) de tal manera que el intervalo ΔT_{ex} del cambio de la temperatura de gas de escape se vuelve pequeño en comparación con el cambio de la relación de compresión mecánica ε_m (es decir, el cambio de la relación de expansión ε_e). A continuación, el proceso pasa a S1340 y una sincronización de cierre de válvula de admisión IC se adquiere sobre la base de un mapa, etc. de tal manera que la relación de compresión real ε_r se convierte en un valor adecuado.

15 A continuación, el proceso pasa a S1350 y las unidades del mecanismo de relación de compresión variable 14, el dispositivo de sincronización de válvula de admisión variable 125 y el dispositivo de sincronización de válvula de escape variable 126 se controlan sobre la base del resultado de los procesos explicados anteriormente. En este tiempo, el grado de abertura de la válvula de regulación TA puede ajustarse adecuadamente de tal manera que se logra la cantidad de aire de admisión necesaria. Después de esto, se realiza un OBD de catalizador (S1360) y esta rutina se termina de inmediato.

20 Como se ha explicado anteriormente, en este ejemplo concreto, la relación de compresión mecánica ε_m se establece de tal manera que el OBD de catalizador puede realizarse con precisión limitando el intervalo del cambio de la relación de expansión ε_e tras la actuación del OBD de catalizador para un intervalo pequeño. De este modo, puede mejorarse la precisión de la estimación de la temperatura de catalizador estimada T_c , mientras que la carga de cálculo del OBD puede disminuirse omitiendo la adquisición (la corrección) de la temperatura de catalizador estimada T_c en función de la relación de expansión ε_e .

25 Debería observarse que una parte de determinación (un medio de determinación) y una parte de determinación de deterioro (un medio de determinación de deterioro) de la presente invención se realizan por el proceso de esta rutina 1300 en el dispositivo de control 2 (la CPU 201) en este ejemplo concreto. Además, una parte de control de relación de compresión (un medio de control de relación de compresión) y una parte de control de relación de expansión (un medio de control de relación de expansión) de la presente invención se realizan mediante el proceso de S1330.

30 <Ejemplificación de modificaciones>

35 Debería observarse que las realizaciones explicadas anteriormente son solo ejemplos de configuraciones concretas de la presente invención que el solicitante considera mejor en la presentación de esta solicitud como se ha explicado anteriormente, y por lo tanto la invención no debería limitarse a las realizaciones. Por consiguiente, es una cuestión de rutina que diversas modificaciones puedan aplicarse a las configuraciones concretas indicadas en las realizaciones explicadas anteriormente, sin cambiar las partes esenciales de la presente invención.

40 A continuación, se indicarán varios ejemplos modificados. En este sentido, en las explicaciones de los siguientes ejemplos modificados, los mismos nombres y símbolos de referencia que los de las realizaciones explicadas anteriormente se usan con respecto a los componentes de los ejemplos modificados que tienen una configuración o funciones similares a las de las realizaciones explicadas anteriormente. Además, con respecto a las explicaciones de los componentes, las explicaciones de las realizaciones explicadas anteriormente pueden invocarse adecuadamente en la medida en que sean incompatibles.

45 Por supuesto, es evidente que los ejemplos modificados no se limitan a los siguientes. No debería permitirse interpretar de manera restringida la presente invención sobre la base de las descripciones de las realizaciones explicadas anteriormente y de los siguientes ejemplos modificados, ya que el beneficio del solicitante (en particular, que presenta una solicitud temprana bajo el primer sistema de archivos) se perjudica indebidamente, mientras los imitadores obtienen beneficios indebidamente.

50 Además, es evidente que la configuración de las realizaciones explicadas anteriormente y la configuración descrita en relación con los ejemplos modificados explicados a continuación pueden combinarse adecuadamente en la medida en que sea técnicamente inconsistente.

55 (1) La presente invención puede aplicarse a un motor de gasolina, un motor diésel, un motor de metanol, un motor de bioetanol, y cualquier otro tipo de motores. No hay ninguna limitación específica con respecto al número de cilindros, el tipo de la serie de los cilindros (tipo en línea, tipo en V, tipo opuesto horizontal) y el tipo de inyección de combustible (tipo de inyección de puerto, tipo de inyección directa).

(2) La configuración del motor 1 que incluye el mecanismo de relación de compresión variable 14 no se limita a la de las realizaciones explicadas anteriormente. Por ejemplo, la presente invención puede aplicarse de manera adecuada a un caso en el que el motor 1 está configurado de tal manera que la biela 132 tiene una estructura multienlace y la relación de compresión mecánica se cambia cambiando un estado plegado de la biela 132 (véase la publicación de patente japonesa número 2004-156541, etc.).

(3) El control de la relación de compresión de los ejemplos concretos primero y segundo explicados anteriormente es principalmente controlar la compresión mecánica. Sin embargo, la presente invención no se limita a esto. Por ejemplo, la presente invención puede aplicarse de manera similar a un control de la relación de compresión real mediante el dispositivo(s) de sincronización de la válvula de admisión y/o de escape variable 125 o 126. Además, el cambio de la relación de compresión real en función de la condición de funcionamiento puede realizarse usando tanto el cambio de la relación de compresión mecánica realizada por el mecanismo de relación de compresión variable 14 como el cambio de la sincronización de válvula realizada por el dispositivo(s) de sincronización de la válvula de admisión y/o de escape variable 125 o 126. La presente invención puede aplicarse adecuadamente en estos casos. Es decir, el control de relación de compresión de los ejemplos concretos primero y segundo explicados anteriormente puede llamarse como un control de relación de expansión.

(4) La presente invención no se limita a los procesos concretos descritos en relación con los ejemplos concretos explicados anteriormente. Por ejemplo, las modificaciones explicadas a continuación son posibles.

La relación de compresión y/o la parte(s) de adquisición de relación de expansión de la presente invención no se limitan a los medios desvelados en las realizaciones explicadas anteriormente.

Específicamente, en las realizaciones explicadas anteriormente, el estado de establecimiento de la relación de compresión mecánica ε_m se adquiere sobre la base de la salida del codificador proporcionado en el servomotor del mecanismo de accionamiento 142 del mecanismo de relación de compresión variable 14. Por supuesto, en lugar de esto, por ejemplo, el estado de establecimiento de la relación de compresión mecánica ε_m puede adquirirse sobre la base de una salida de un sensor lineal tal como un sensor de carrera, etc., para generar una salida en función de una posición relativa entre el bloque de cilindros 11 y la culata de cilindro 12.

Además, la relación de compresión real ε_r y la relación de expansión ε_e pueden adquirirse sobre la base del estado de establecimiento de la relación de compresión mecánica ε_m y las salidas de los sensores de posición de levas de admisión y de escape 173 y 174.

En las realizaciones explicadas anteriormente, el ODB de catalizador se realiza una vez por recorrido (periodo desde el inicio del funcionamiento del motor hasta la parada del mismo). Sin embargo, la presente invención no se limita a esto.

Además, en las realizaciones explicadas anteriormente, el valor de la temperatura de catalizador estimada se usa en el control de relación de compresión y en la determinación de deterioro de catalizador. Sin embargo, la presente invención no se limita a esto. Por ejemplo, la estimación del estado de calentado del catalizador puede realizarse estimando la temperatura de catalizador. Es decir, la estimación del estado de calentado del catalizador puede incluirse en el ODB de catalizador. Además, la presente invención no se limita a los ejemplos concretos explicados en relación con los diagramas de flujo de las realizaciones explicadas anteriormente. Por ejemplo, la estimación de la temperatura de catalizador puede realizarse por diversos métodos que no sean una interpolación o una extrapolación que usan un mapa de una temperatura correspondiente a dos relaciones de compresión como en las realizaciones explicadas anteriormente. Por ejemplo, se preparan unos mapas de temperaturas correspondientes a varias relaciones de compresión convencionales y la estimación de la temperatura de catalizador puede realizarse seleccionando el mapa de temperatura correspondiente a la relación de compresión convencional que esté más cercana a la relación de compresión real tras la actuación del ODB de catalizador.

Por ejemplo, el OBD de sensor puede realizarse mediante un método distinto de la confirmación de la capacidad de respuesta tras el control activo de relación de aire-combustible.

En el caso de que el OBD se realice simultáneamente con respecto a los dos sensores de relación de aire-combustible corriente arriba y corriente abajo 178a y 178b, como en los ejemplos concretos explicados anteriormente, es suficiente que se prepare una sola marca de OBD de sensor Xd. En comparación con esto, en el caso de que después de que se realice y se complete el OBD con respecto a uno de los sensores en el que se satisface fácilmente la condición de OBD (por ejemplo, el sensor de relación de aire-combustible corriente arriba 178a), el OBD se realiza con respecto al otro (por ejemplo, el sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b), una marca Xd1 para el sensor de relación de aire-combustible corriente arriba y una marca Xd2 para el sensor de relación de aire-combustible corriente abajo pueden prepararse por separado como marcas para determinar la satisfacción de la condición de OBD de sensor en lugar de la marca de OBD de sensor mencionada Xd.

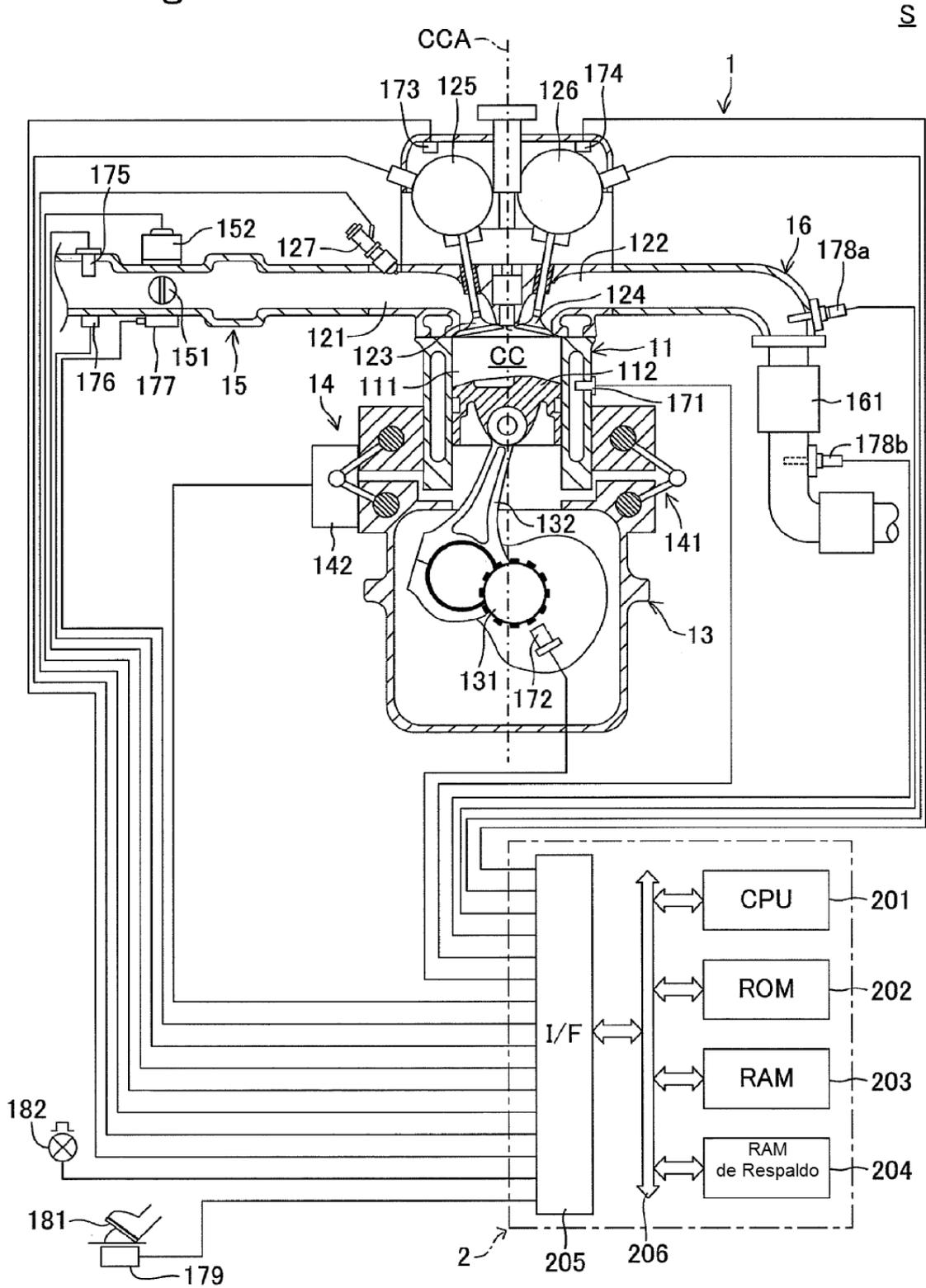
El control de relación de compresión no se limita al del ejemplo concreto explicado anteriormente. Por ejemplo, puede omitirse el establecimiento de la relación de compresión para una relación de compresión baja ε_{m0} durante el calentamiento del motor 1. Es decir, S910 y S920 pueden omitirse.

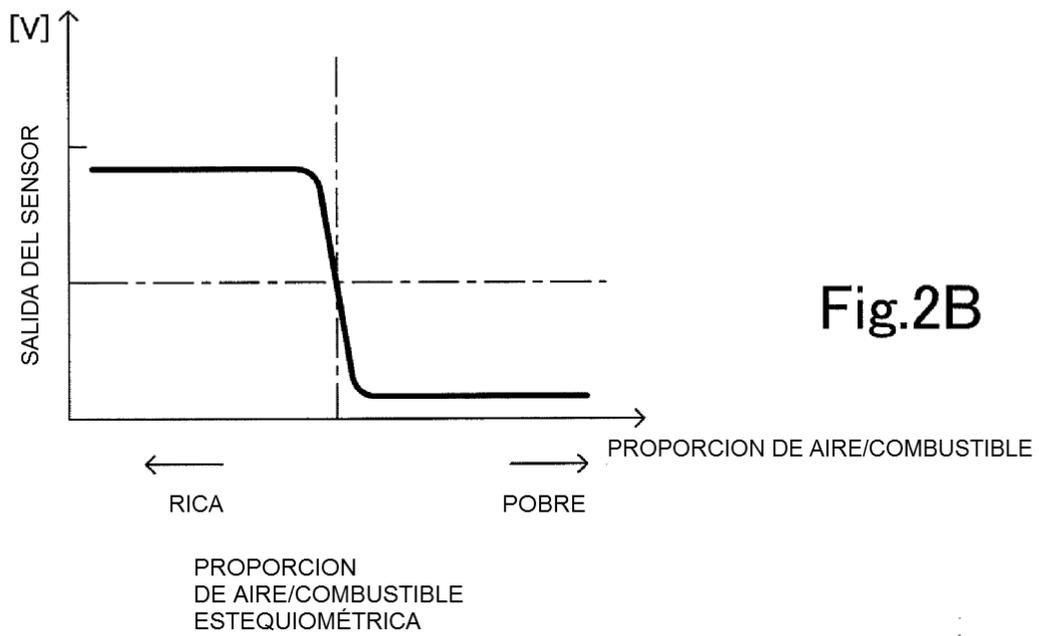
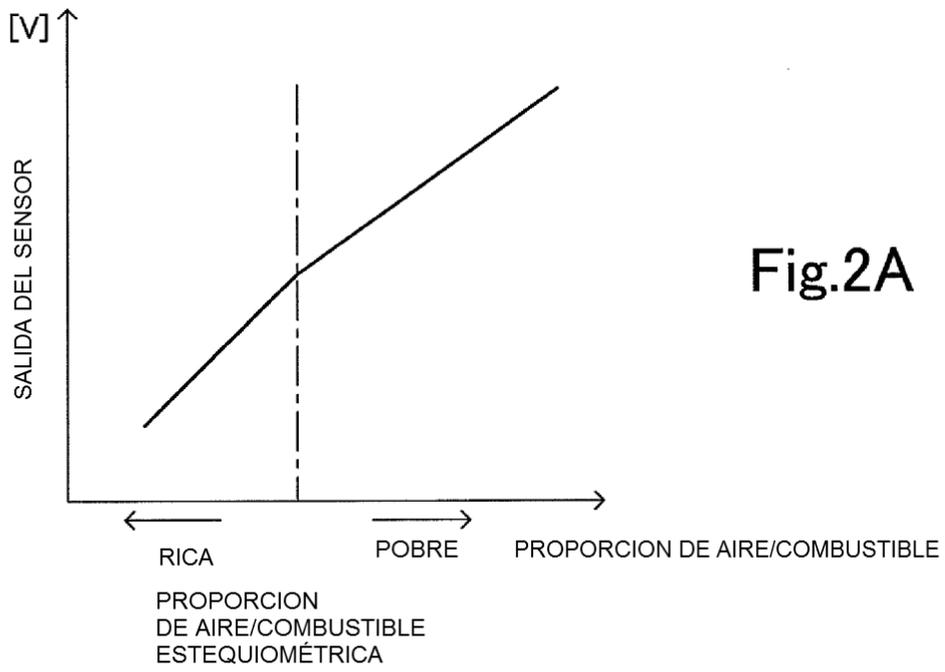
- 5 La condición de OBD relativa a la relación de expansión ε_e puede ser una condición en la que “la relación de expansión ε_e es en general constante” restringiendo el intervalo predeterminado de S1130 en el entorno de la cantidad del cambio de la relación de expansión ε_e que se produce cuando la relación de expansión ε_e debe controlarse constante.
- 10 Además, la presente invención puede aplicarse a procesos distintos de la estimación de la temperatura de catalizador, el OBD de catalizador y el OBD de sensor. Por ejemplo, la presente invención puede aplicarse a la estimación de temperatura y el OBD de miembros distintos de aquellos (el convertidor catalítico 161, el sensor de relación de aire-carburante corriente arriba 178a y el sensor de relación de aire-combustible corriente abajo 178b) empleados en los ejemplos concretos explicados anteriormente entre los miembros colocados en el conducto de escape 16. Además, la presente invención puede aplicarse a un dispositivo para estimar la temperatura de gas de escape (véanse las publicaciones de patentes japonesas no examinadas números 2000-227364, 2006-291828, etc.).
- 15
- 20 Además, los elementos expresados operacional o funcionalmente en los elementos que constituyen medios de la presente invención para la solución de los problemas incluyen cualquier estructura que pueda lograr la acción y la función distinta de las estructuras concretas desveladas en las realizaciones y en los ejemplos modificados explicados anteriormente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo de control aplicado a un sistema que tiene un motor configurado de tal manera que puede cambiarse una relación de compresión y un catalizador colocado en un conducto para un gas de escape descargado de dicho motor, que comprende:
- 10 una parte de adquisición de relación de compresión configurada para adquirir la relación de compresión;
una parte de estimación de temperatura configurada para estimar una temperatura de dicho catalizador sobre la base de la relación de compresión adquirida por dicha parte de adquisición de relación de compresión;
una parte de control de relación de compresión configurada para controlar la relación de compresión; y
una parte de determinación de deterioro configurada para ejecutar una determinación de un estado de deterioro de dicho catalizador cuando la temperatura de catalizador de dicho catalizador estimada por dicha parte de estimación de temperatura está dentro de un intervalo de temperatura predeterminado;
- 15 en el que dicha parte de control de relación de compresión está configurada para controlar la relación de compresión para una relación constante durante la determinación del estado de deterioro de dicho catalizador realizada por dicha parte de determinación de deterioro.
- 20 2. El dispositivo de control como se establece en la reivindicación 1, en el que dicha parte de estimación de temperatura está configurada para estimar la temperatura de dicho catalizador sobre la base de, al menos, un parámetro relacionado con una cantidad de un aire de admisión en dicho motor y la relación de compresión adquirida por dicha parte de adquisición de relación de compresión.
- 25 3. El dispositivo de control como se establece en cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que dicha parte de control de relación de compresión está configurada para controlar la relación de compresión para una relación de compresión constante baja durante la determinación del estado de deterioro de dicho catalizador realizado por dicha parte de determinación de deterioro cuando la temperatura de catalizador estimada es más baja que una temperatura de límite inferior predeterminada para la determinación del deterioro.
- 30 4. El dispositivo de control como se establece en cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en el que dicha parte de control de relación de compresión está configurada para controlar la relación de compresión para una relación de compresión constante alta durante la determinación del estado de deterioro de dicho catalizador realizada por dicha parte de determinación de deterioro cuando la temperatura de catalizador estimada es más alta que una temperatura de límite superior predeterminada para la determinación del deterioro.

Fig.1





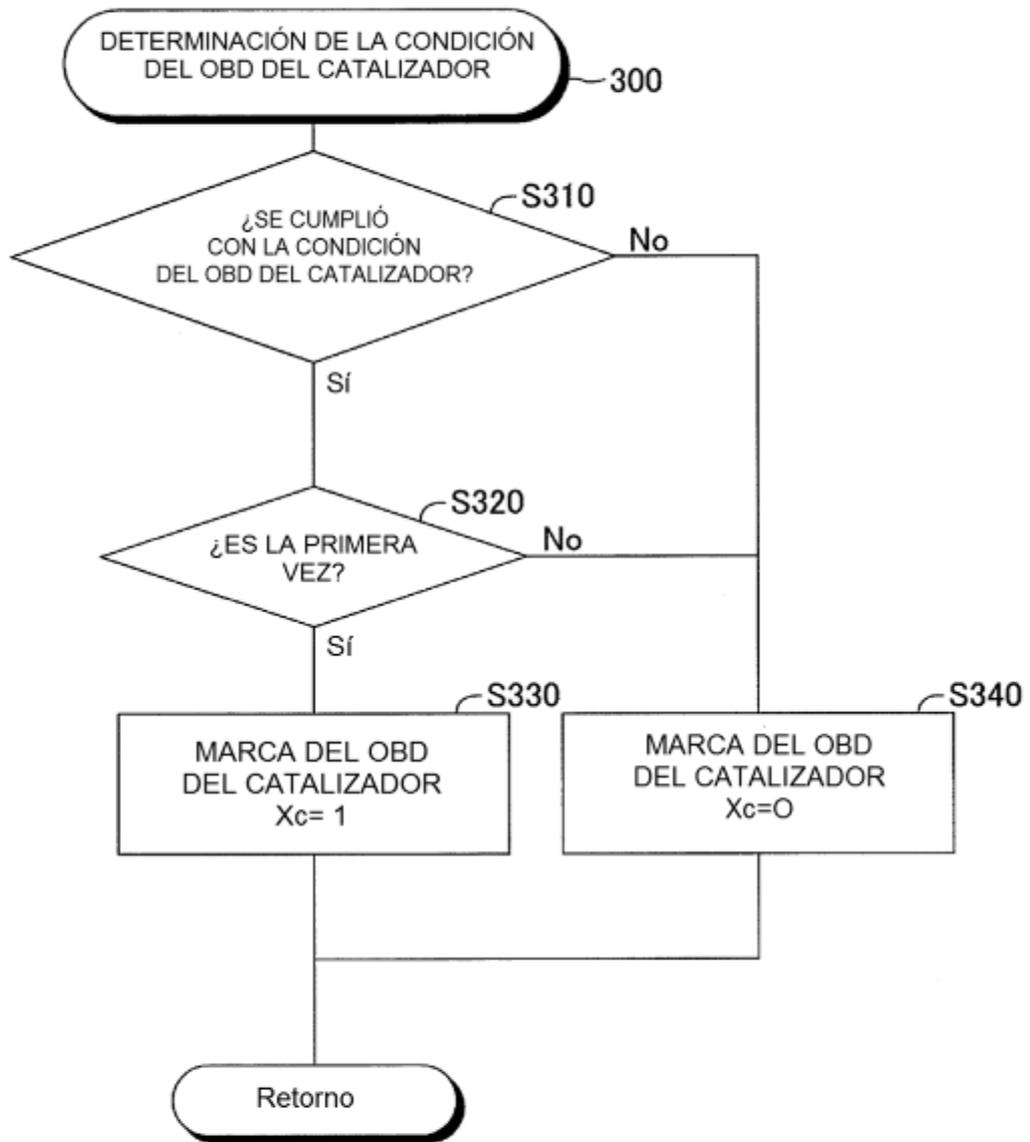


Fig.3

Fig.4

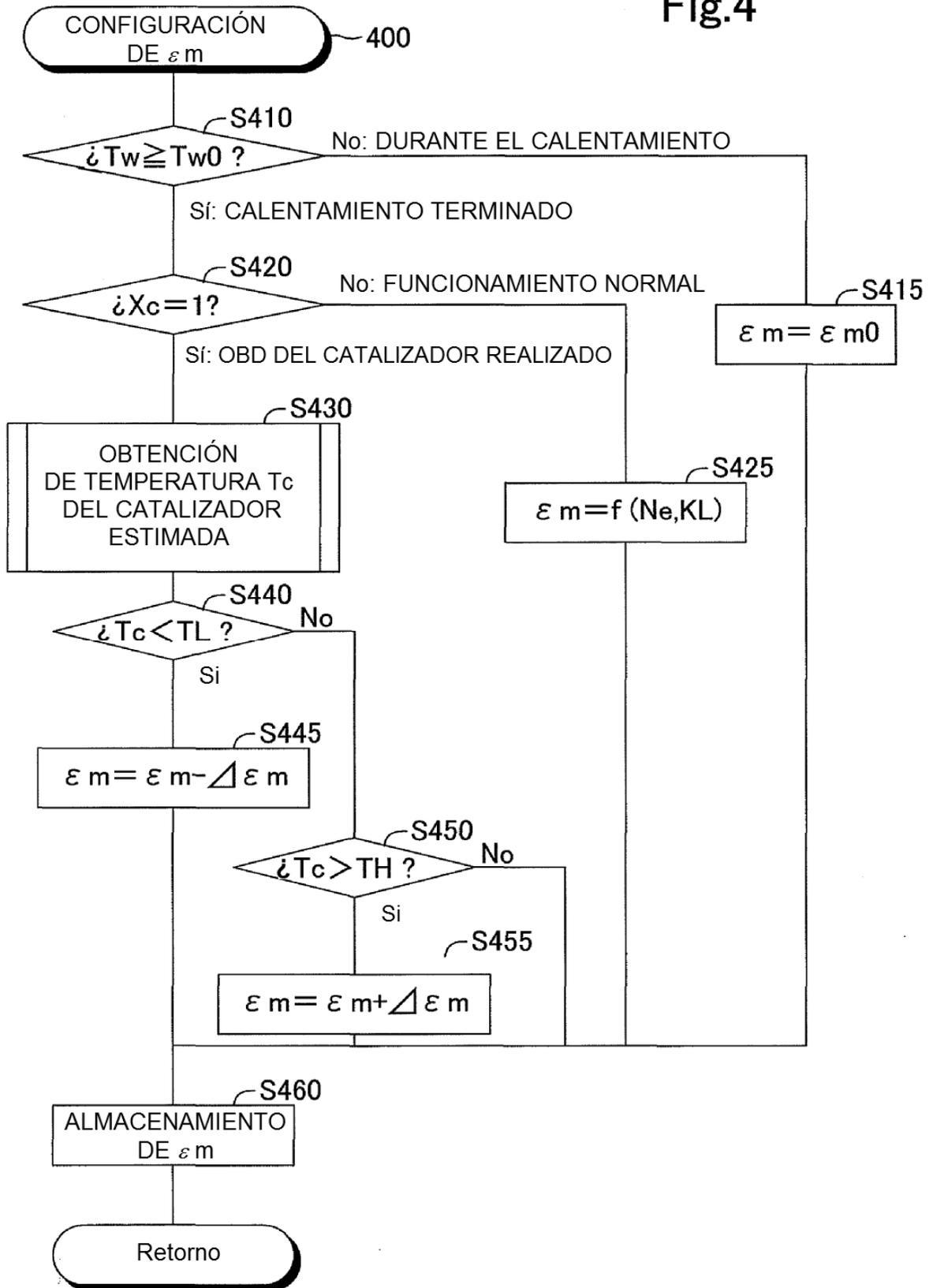
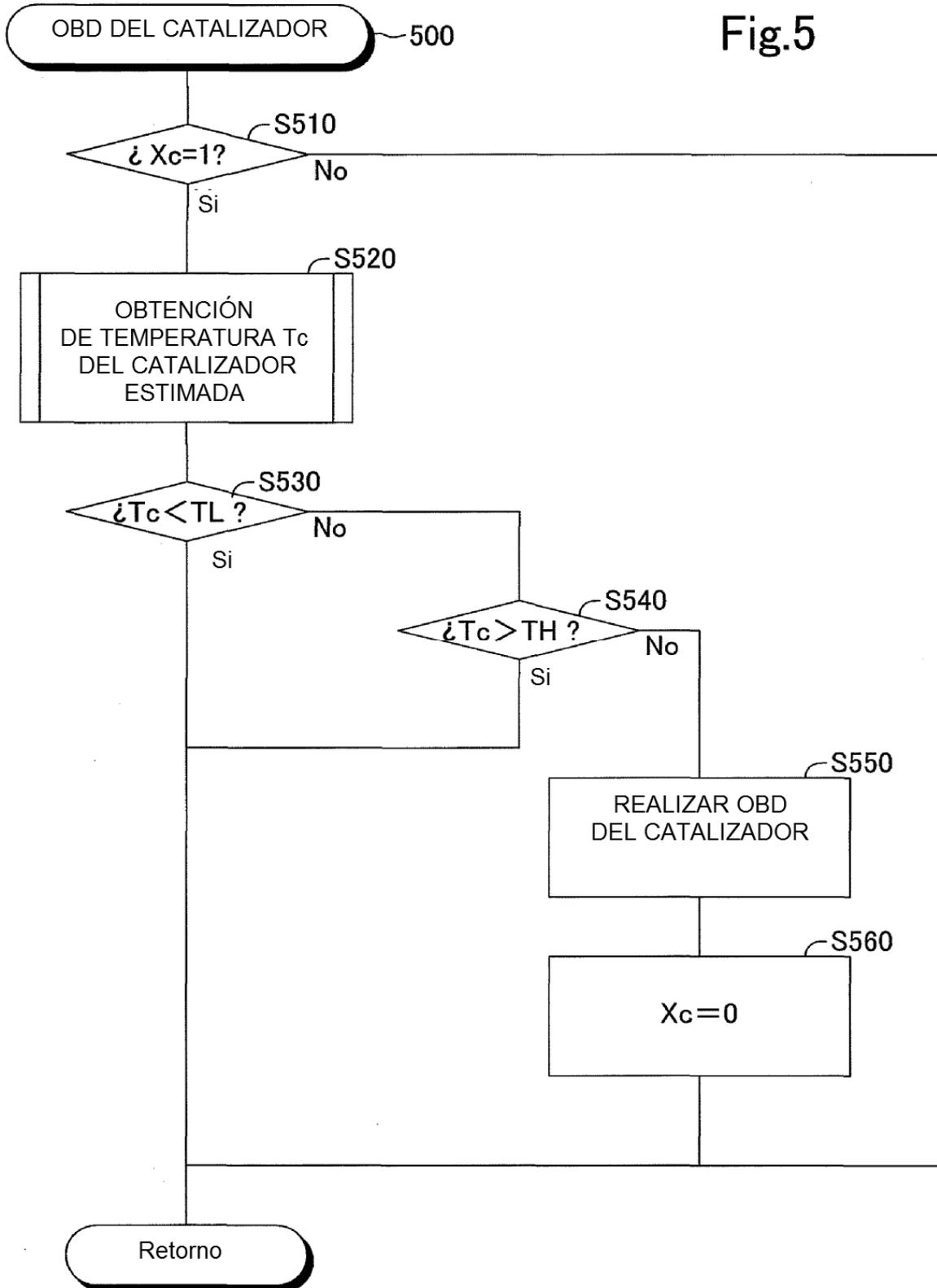


Fig.5



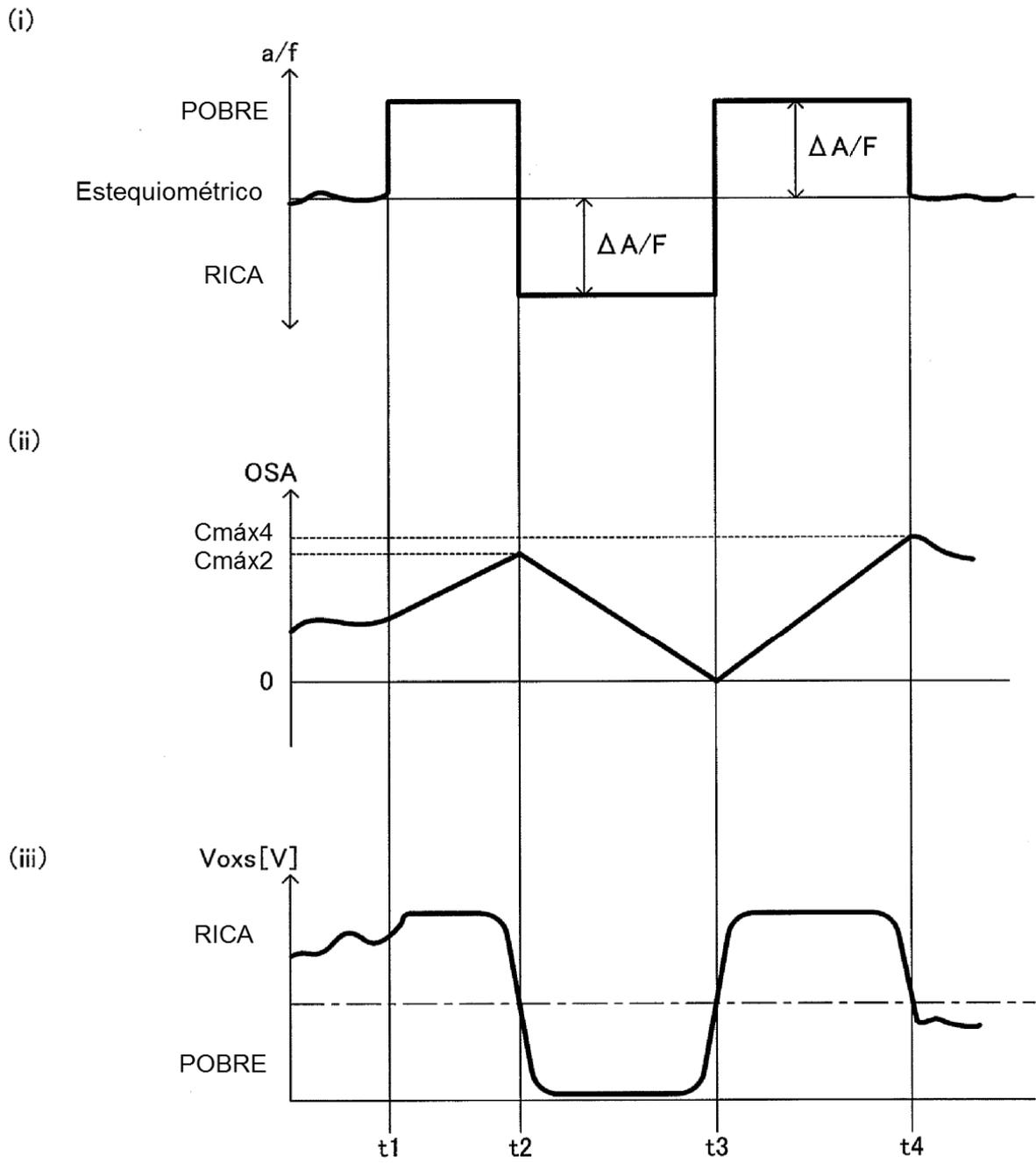


Fig.6

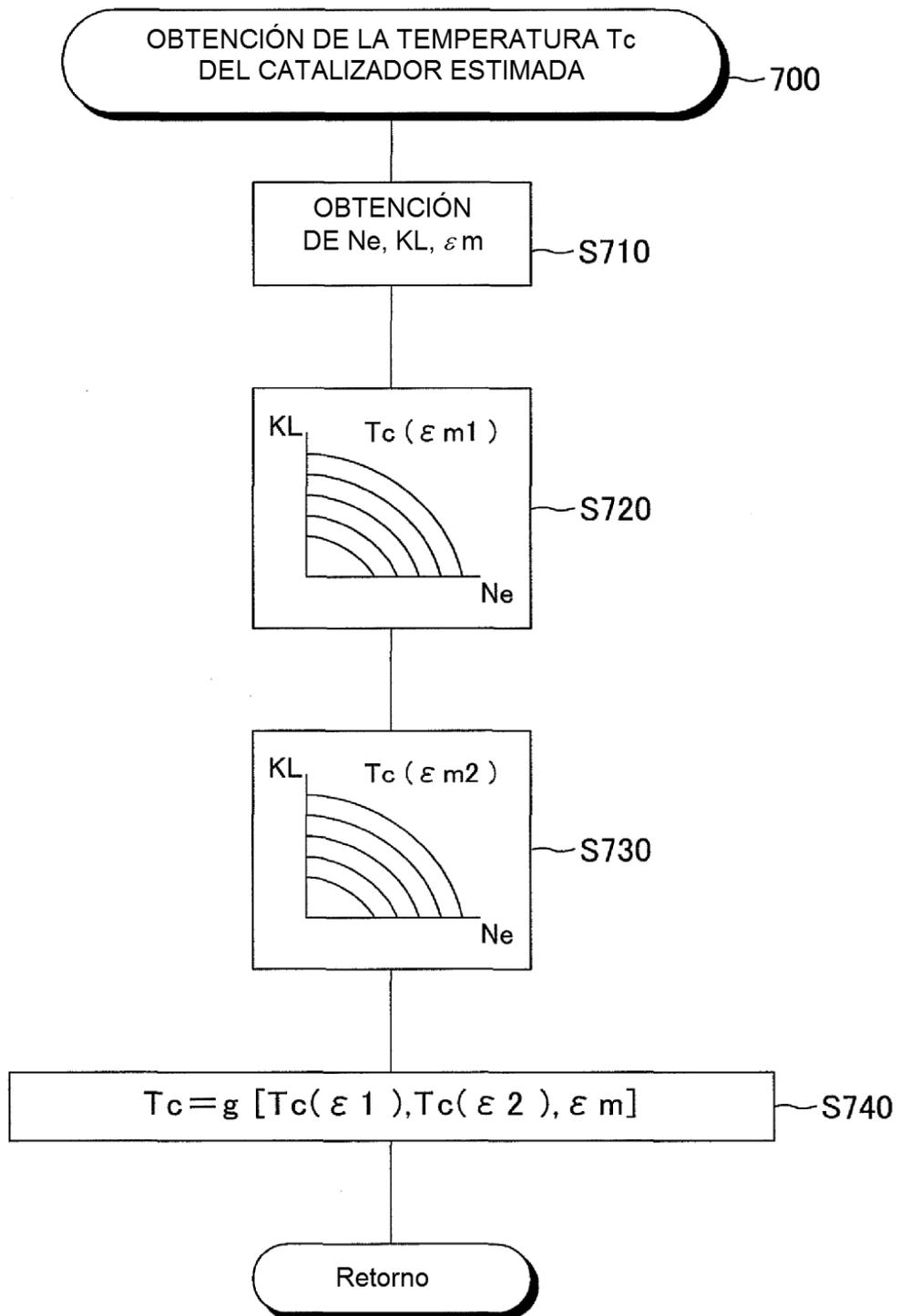


Fig.7

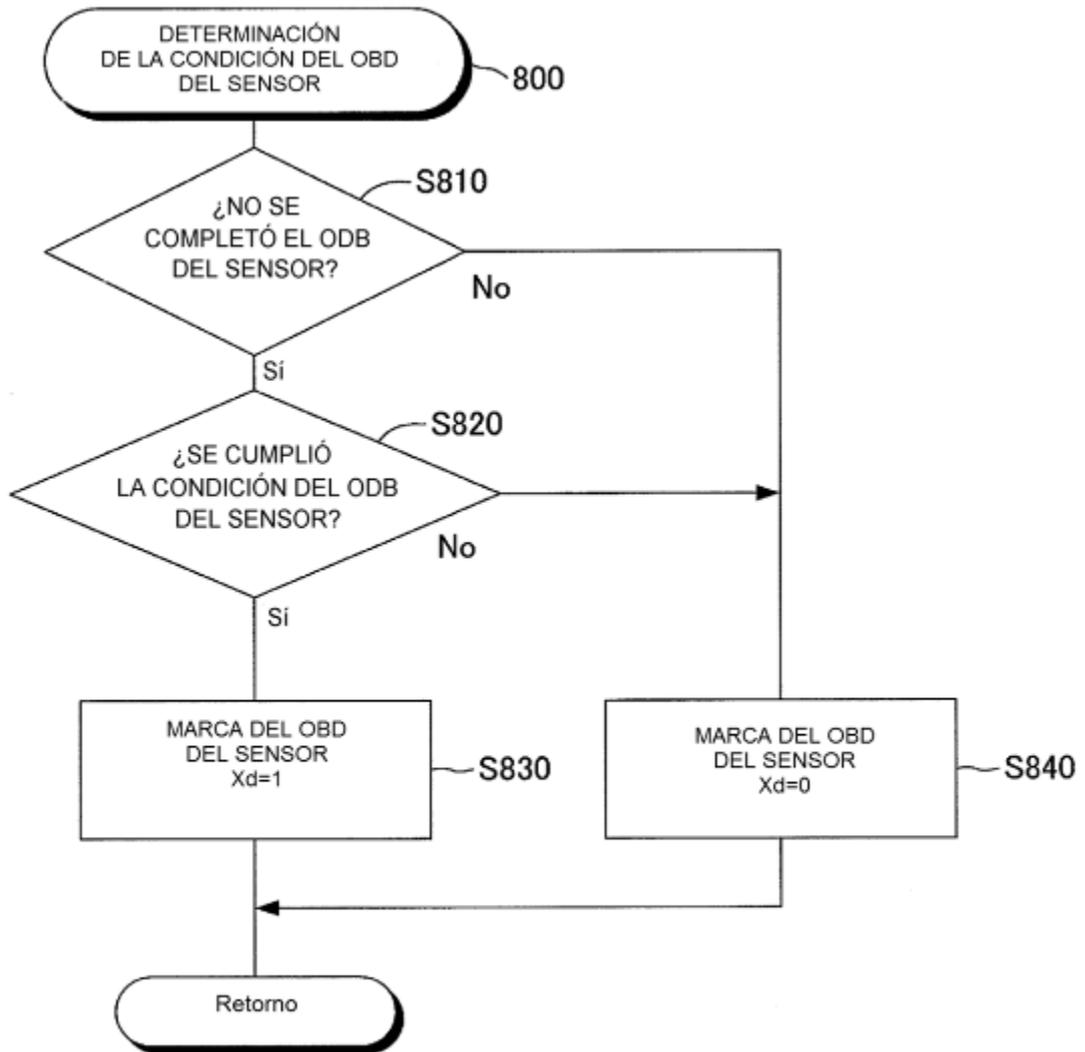
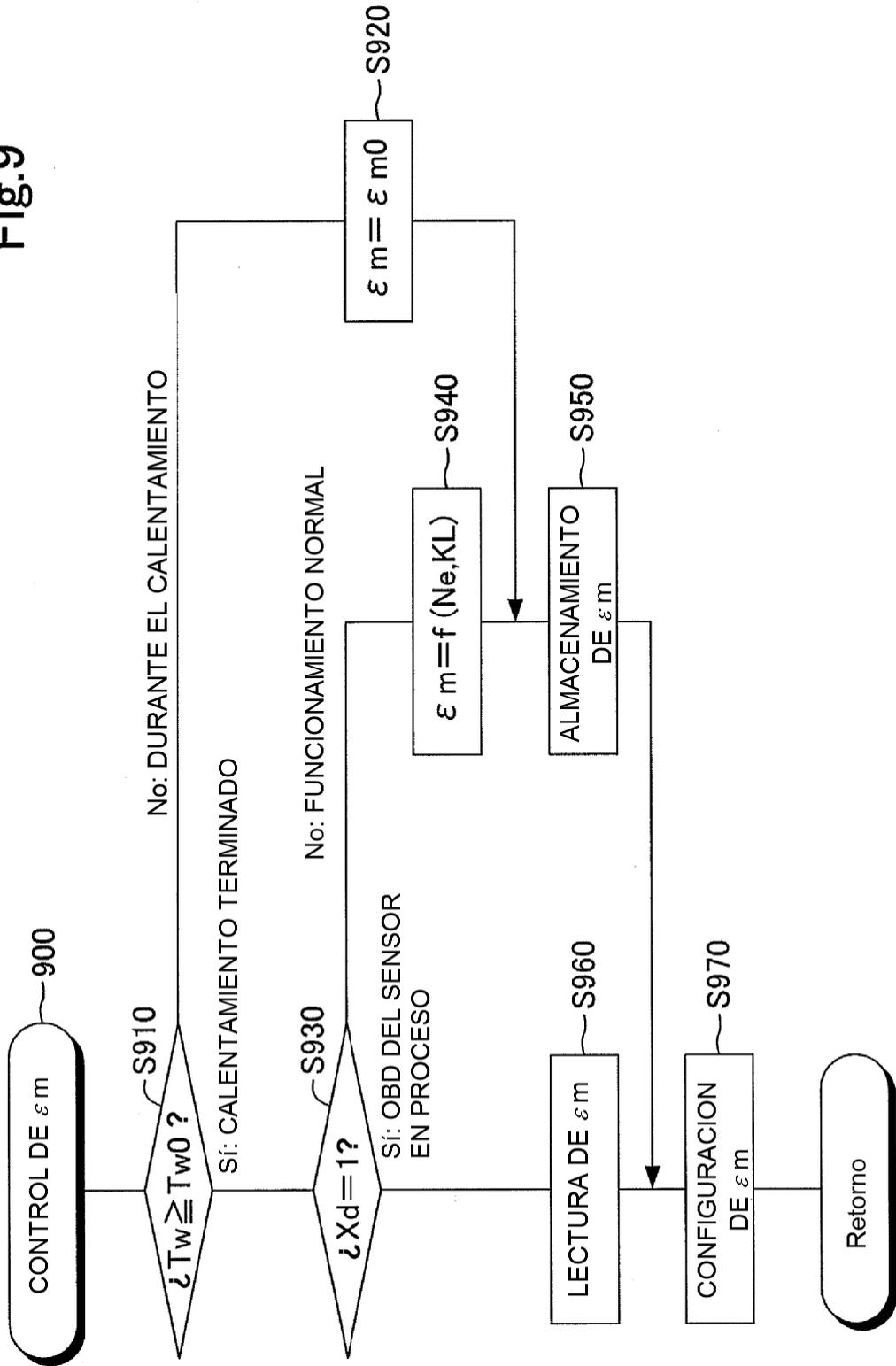


Fig.8

Fig.9



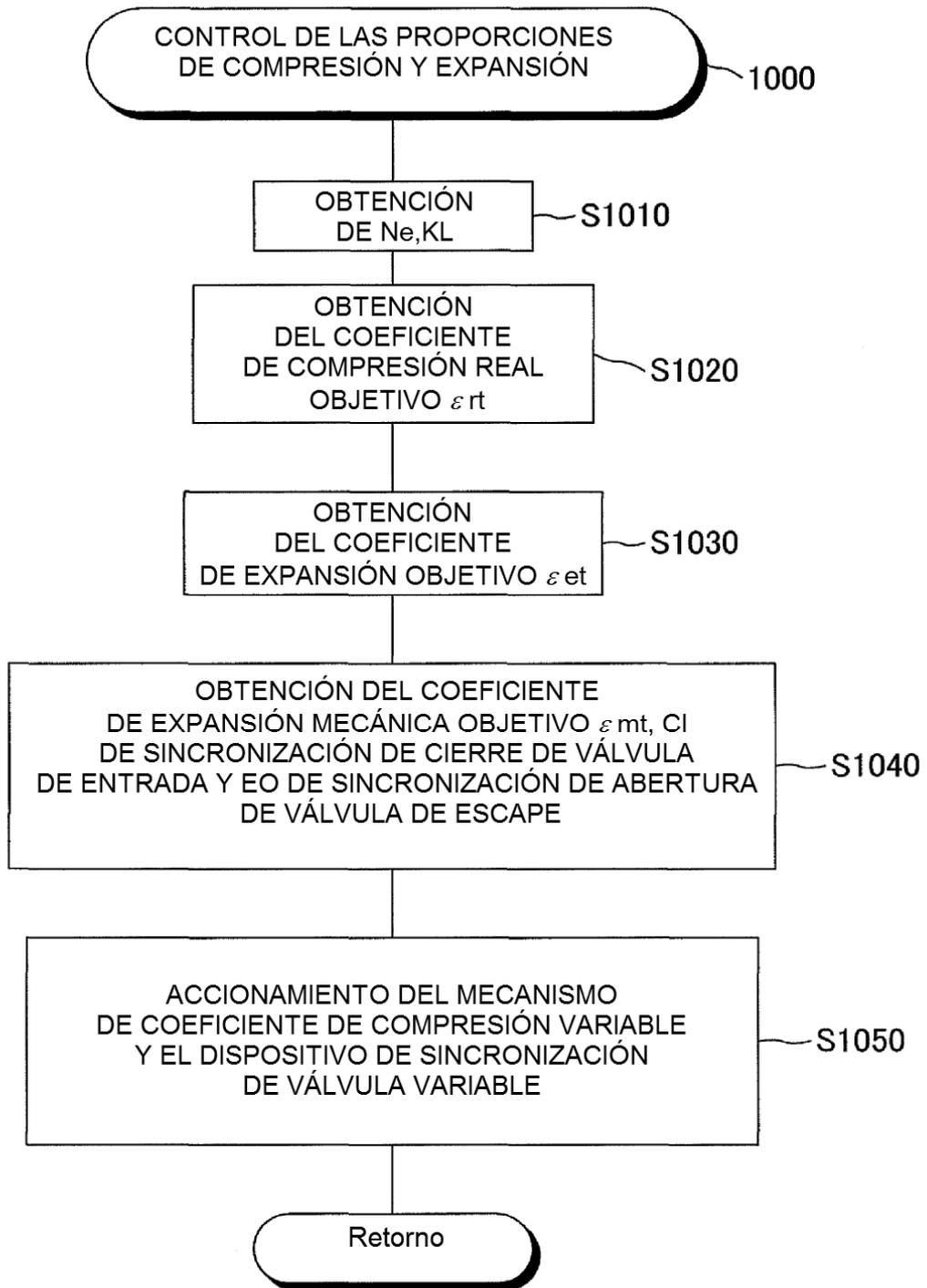


Fig.10

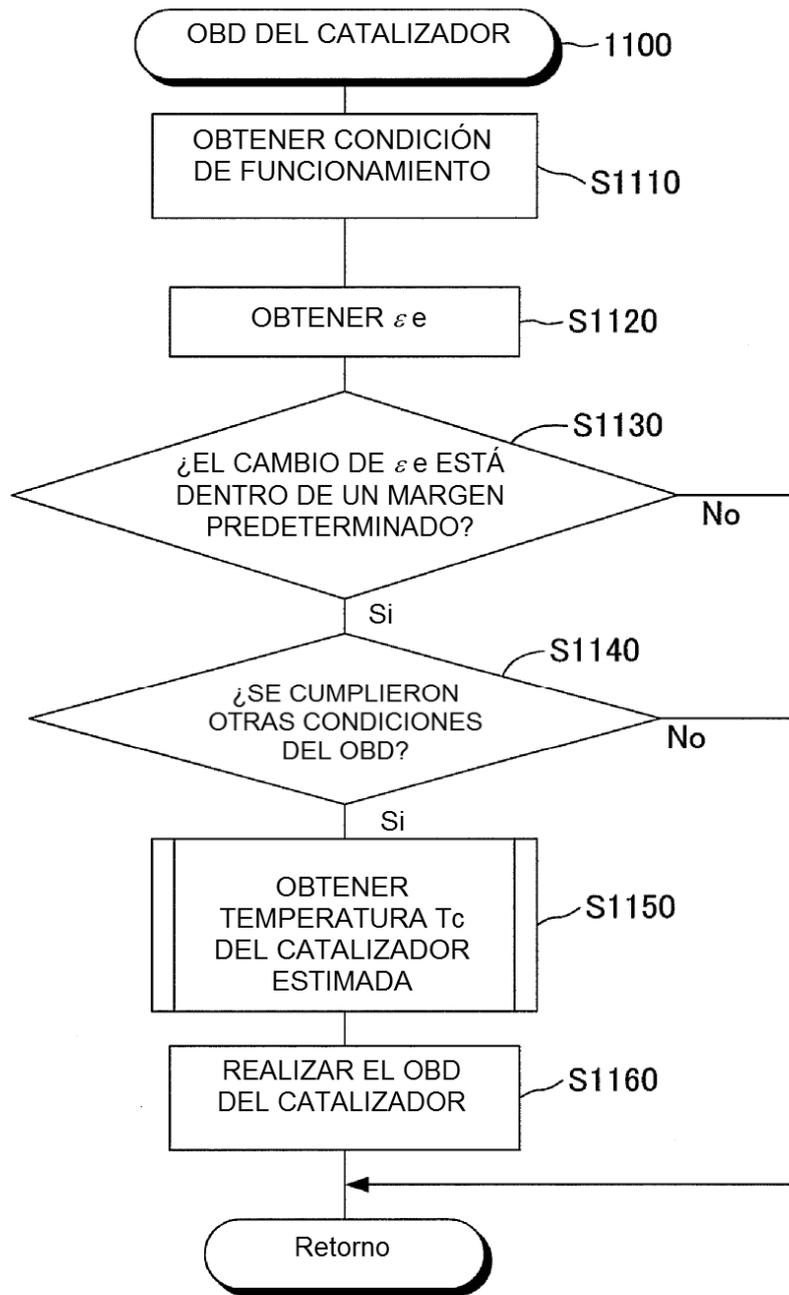


Fig.11

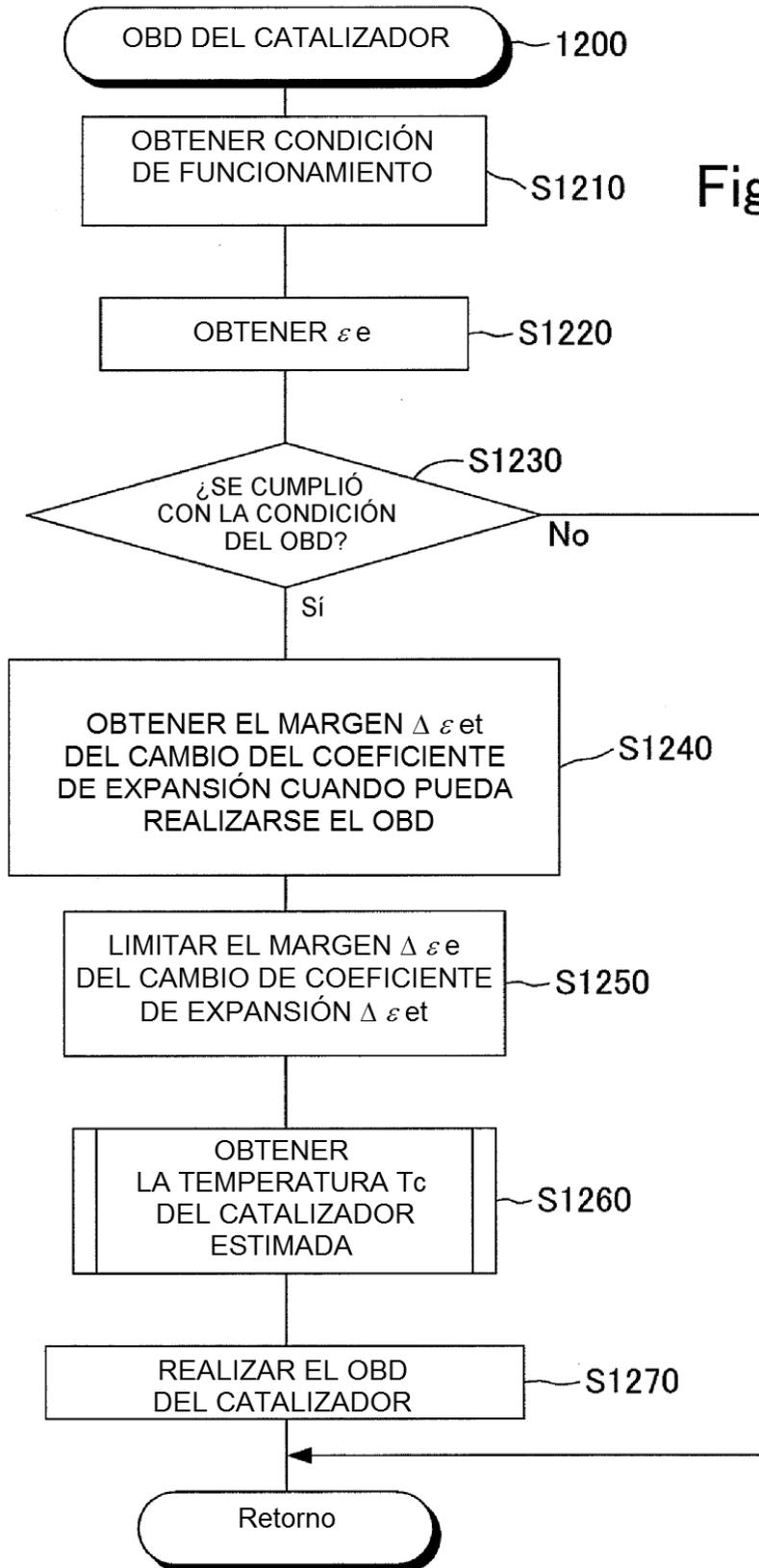


Fig.12

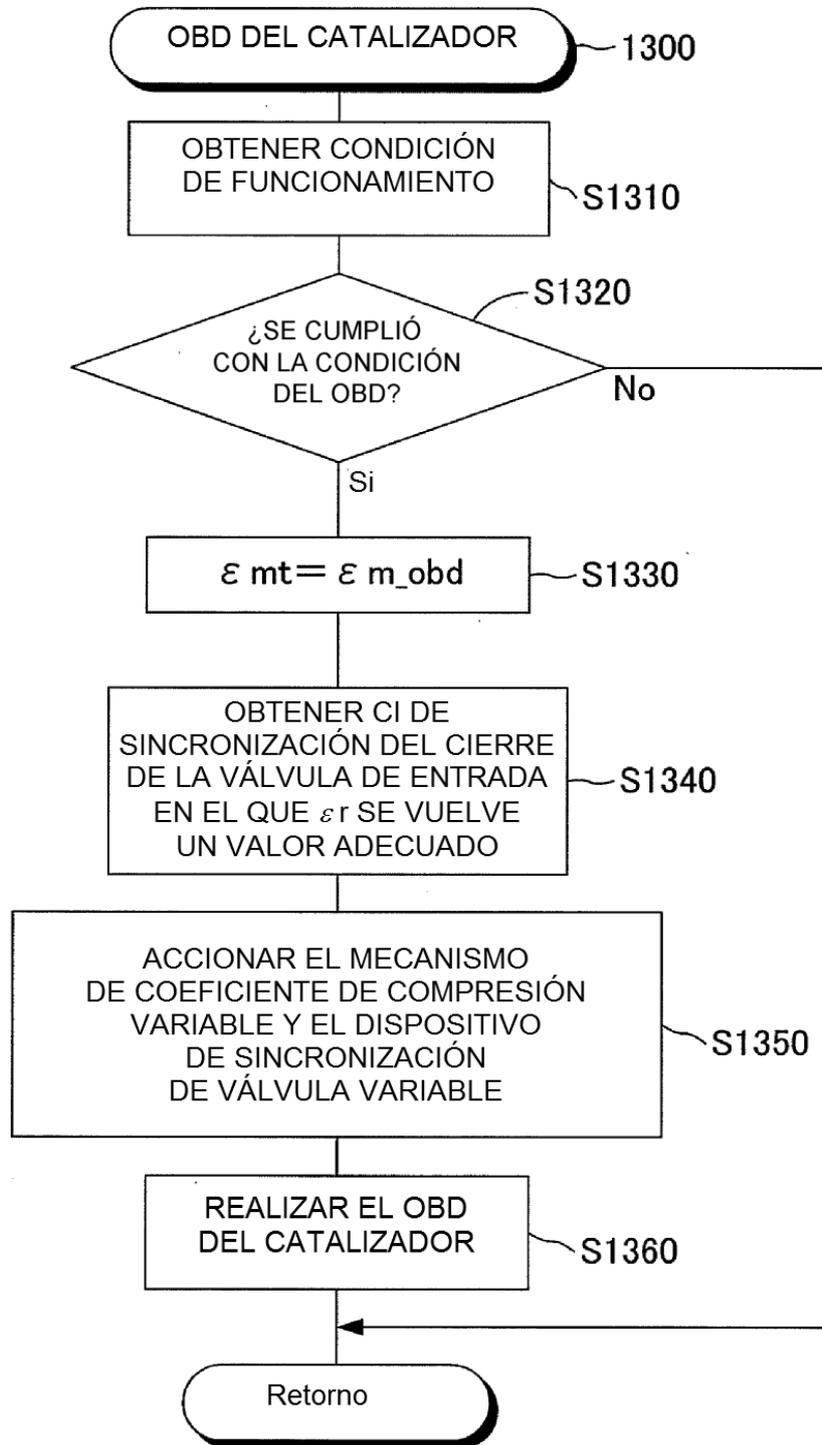


Fig.13