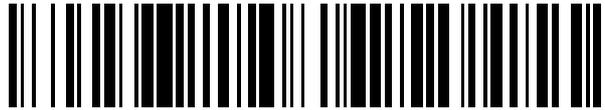


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 744**

51 Int. Cl.:

F02B 25/14 (2006.01)
F02B 37/00 (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01)
F02D 41/00 (2006.01)
F02D 41/02 (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01)
F02D 41/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2016** **E 16162772 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018** **EP 3075992**

54 Título: **Motor de combustión interna**

30 Prioridad:

30.03.2015 JP 2015069212

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

29.10.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

OKUBO, TAKUYA;
NAKAGAWA, NORIHISA y
KIMURA, KOICHI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 687 744 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

Motor de combustión interna

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un motor de combustión interna y a un método para controlar una relación de aire-combustible en su interior.

Técnica anterior

10 En un motor de combustión interna, si ocurre solapamiento de las válvulas cuando una presión dentro de un puerto de admisión es mayor que una presión dentro de un puerto de escape, el aire se sopla desde un pasaje de admisión a través de un cilindro hasta un pasaje de escape, es decir, ocurre "barrido". En un motor de combustión interna que está provisto de un sobrealimentador tal como un turbocargador, se usa el barrido cuando una cantidad de aire de admisión es insuficiente para una demanda de par de torsión. Debido a la existencia del barrido, la cantidad de gas de escape que se barre a través aumenta y una velocidad de una turbina del sobrealimentador se eleva. Como resultado, una presión del aire de admisión se eleva y la cantidad de aire de admisión se hace que aumente.

15 En el pasado, se ha conocido un motor de combustión interna que comprende un sensor de la relación de aire-combustible en un pasaje de escape del motor de combustión interna y que controla la cantidad de combustible que se alimenta a una cámara de combustión del motor de combustión interna de modo que la salida de este sensor de la relación de aire-combustible coincide con una relación aire-combustible diana (por ejemplo relación aire-combustible estequiométrica (14,6)) (por ejemplo véase PLT 1 y 2). Además del PLT 6 se conoce un aparato de control adicional para un motor de combustión interna.

20 Lista de citas

Bibliografía de patente.

PLT 1. Publicación Internacional n.º 2014/118892A

PLT 2. Publicación Internacional n.º 2014/118889A

PLT 3. Publicación de Patente Japonesa n.º 2008-157057A

25 PLT 4. Publicación de Patente Japonesa n.º 2003-083134A

PLT 5. Publicación de Patente Japonesa n.º 64-066448A

PLT 6. Documento US 2014331651 (A1)

Compendio de la invención

Problema técnico

30 Sin embargo, si ocurre el barrido mencionado anteriormente, el aire en un cilindro disminuye, por lo que una razón de aire-combustible en la combustión en el cilindro se hace más rica. Si la cantidad de barrido es grande y el grado de riqueza de la relación aire-combustible de la combustión se hace mayor, la concentración de hidrógeno en el gas de escape se hace mayor. Si el gas de escape contiene hidrógeno, la diferencia en la difusión de gas entre el hidrógeno con su velocidad de difusión más rápida y otros componentes del escape provoca que el hidrógeno alcance en primer lugar una superficie del electrodo del sensor de la relación aire-combustible. Como resultado, la superficie del electrodo del sensor de la relación aire-combustible se convierte en una atmósfera rica y la salida del sensor de la relación de aire-combustible se desvía al lado rico. Si la relación aire-combustible está controlada basándose en la relación aire-combustible que se desvía al lado rico, la relación aire-combustible de la combustión real en un cilindro se hace más pobre que la relación aire-combustible diana. Como resultado, la eficiencia de retirada del gas no quemado etc. en el catalizador de purificación de escape cae y las emisiones de escape son susceptibles de deteriorarse.

35 Por lo tanto, en consideración del problema anterior, un objeto de la presente invención es proporcionar un motor de combustión interna que pueda suprimir el deterioro de las emisiones de escape que acompaña la aparición de barrido.

45 **Solución para el problema**

Para resolver el problema anterior, la presente invención se refiere a un motor de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 1 y a un método para controlar una relación aire-combustible de un gas de escape entrante que fluye hacia un catalizador de un motor de combustión interna según la reivindicación 10. En un primer aspecto de la descripción, se proporciona un motor de combustión interna que comprende: un sobrealimentador que puede cambiar una presión del aire alimentado a una cámara de combustión, un mecanismo de distribución de válvula

variable que puede cambiar una cantidad de solapamiento de válvula entre una válvula de admisión y una válvula de escape, un catalizador que está dispuesto en un pasaje de escape y que puede almacenar oxígeno, un sensor de la relación aire-combustible del lado aguas arriba que está dispuesto en un lado aguas arriba del catalizador y que puede detectar una relación aire-combustible del gas de escape entrante que fluye hacia el catalizador, un sensor de la relación aire-combustible del lado aguas abajo que está dispuesto en un lado aguas abajo del catalizador y que puede detectar una relación aire-combustible del gas de escape saliente que fluye fuera del catalizador, y un dispositivo de control de la relación aire-combustible que controla una relación aire-combustible del gas de escape mediante control por realimentación de modo que la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas arriba coincide con la relación aire-combustible diana cuando una cantidad de purga de aire soplado desde el pasaje de admisión a través de un cilindro al pasaje de escape debido a una aparición de solapamiento de válvula es una cantidad de purga de referencia o menor, y establece la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante basándose en la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas abajo y, sin realizar el control de realimentación, alimenta la cantidad de combustible calculada a partir de la relación aire-combustible diana a la cámara de combustión cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia, y el dispositivo de control de la relación aire-combustible actualiza la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante basándose en la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador y la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas abajo, la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador estando calculada basándose en la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas arriba cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y se calcula basándose en la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

En un segundo aspecto de la descripción, la cantidad de purga de referencia es cero en el primer aspecto de la descripción.

En un tercer aspecto de la descripción, la relación aire-combustible diana se ajusta alternativamente a una relación aire-combustible de ajuste rico más rica que la relación aire-combustible estequiométrica y una relación aire-combustible de ajuste pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica, el dispositivo de control de la relación aire-combustible, en el control rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga rica más rica que la relación aire-combustible estequiométrica y, en el control pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador ha alcanzado una cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima, la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador calculándose a base de la relación aire-combustible detectada por el sensor de relación aire-combustible del lado aguas arriba cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y se calcula basándose en la relación aire-combustible diana cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia en el primer aspecto de la descripción.

En un cuarto aspecto de la descripción, el dispositivo de control de la relación aire-combustible, en el control pobre, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible juzgada pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica si la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible juzgada como pobre antes de estimar que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador ha alcanzado la cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia en el tercer aspecto de la descripción.

En un quinto aspecto de la descripción, la relación aire-combustible diana se ajusta a cualquiera de la relación aire-combustible de ajuste rico más rica que la relación aire-combustible estequiométrica, una relación aire-combustible de ajuste débilmente rico más rica que la relación aire-combustible estequiométrica y más cercana a la relación aire-combustible estequiométrica que la relación aire-combustible de ajuste rico, una relación de aire-combustible de ajuste pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica y una relación de aire-combustible de ajuste débilmente pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica y más cercana a la relación aire-combustible estequiométrica que la relación aire-combustible de ajuste pobre,

el dispositivo de control de la relación aire-combustible, en un el control rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador ha alcanzado una primera cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima, en el control débilmente rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible juzgada rica más rica que la relación aire-combustible estequiométrica, en el control pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de

ajuste pobre, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador ha alcanzado una segunda cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima y, en el control débilmente pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible detectada por el sensor de relación aire-combustible del lado aguas abajo ha alcanzado una relación aire-combustible que se juzga pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica, calculándose la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador basándose en la relación aire-combustible detectada por el sensor de relación aire-combustible del lado aguas arriba cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y se calcula basándose en la relación aire-combustible diana cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia en el primer aspecto de la descripción.

En un sexto aspecto de la descripción, el dispositivo de control de la relación aire-combustible, en el control rico, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible detectada por el sensor de relación aire-combustible del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible juzgada rica si la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible juzgada rica antes de que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador alcance la primera cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia y, en el control pobre, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible detectada por el sensor de relación de aire-combustible del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible juzgada pobre si la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible juzgada pobre antes de que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador alcance la segunda cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia en el quinto aspecto de la descripción.

En un séptimo aspecto de la descripción, la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia es mayor que la relación de aire-combustible de ajuste débilmente pobre cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor, y la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia es menor que la relación de aire-combustible de ajuste débilmente rico cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor en el quinto o sexto aspectos de la descripción.

En un octavo aspecto de la descripción, la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia es mayor que la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia es menor que la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor en uno cualquiera del tercer a séptimo aspectos de la descripción.

En un noveno aspecto de la descripción, el dispositivo de control de la relación aire-combustible calcula una cantidad de oxígeno almacenado en el catalizador en el período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre hasta cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico, lo que constituye una primera cantidad de oxígeno, y una cantidad de oxígeno liberado desde el catalizador en el período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico a cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre, lo que constituye una segunda cantidad de oxígeno, basado en la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas arriba, y el dispositivo de control de la relación aire-combustible actualiza un valor de aprendizaje basado en la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de oxígeno y corrige un parámetro relacionado con la relación aire-combustible basado en el valor de aprendizaje actualizado de modo que la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de oxígeno se hace más pequeña cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y sin actualizar el valor de aprendizaje, corrige el parámetro basándose en el valor de aprendizaje actual cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia en uno cualquiera del tercer a octavo aspectos de la descripción.

El aspecto de la descripción se refiere además a un método para controlar una relación aire-combustible de un gas de escape entrante que fluye dentro de un catalizador de un motor de combustión interna, comprendiendo el motor de combustión interna: un sobrealimentador para cambiar una presión del aire alimentado dentro de una cámara de combustión, y el catalizador que se dispone en un pasaje de escape y que almacena oxígeno. El método comprende las etapas de: ajustar una relación aire-combustible diana del gas de escape entrante basándose en la relación aire-combustible en el lado aguas abajo y controlar la cantidad de combustible alimentado a la cámara de combustión mediante control por realimentación de modo que la relación aire-combustible en el lado aguas arriba coincida con la relación aire-combustible diana cuando una cantidad de purga del aire soplado desde el pasaje de admisión a través de un cilindro hasta el pasaje de escape debido a una aparición de solapamientos de válvulas es una cantidad de purga de referencia o menor, y ajustar la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante basándose en la relación aire-combustible en el lado aguas abajo y, sin realizar el control de realimentación, alimentar la cantidad de combustible calculada a partir de la relación aire-combustible diana a la cámara de combustión cuando la cantidad de

purga es mayor que la cantidad de purga de referencia, y actualizar la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante basándose en la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador y la relación aire-combustible en el lado aguas abajo, calculándose la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador basándose en la relación aire-combustible en el lado aguas arriba cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y calculándose a base de la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

La cantidad de purga de referencia puede ser cero.

La relación aire-combustible diana puede ajustarse alternativamente a una relación aire-combustible de ajuste rico más rica que una relación aire-combustible estequiométrica y una relación aire-combustible de ajuste pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica, en donde, en el control rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico, la relación aire-combustible diana puede cambiarse a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga como rica más rica que la relación aire-combustible estequiométrica y, en el control pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre, la relación aire-combustible diana puede cambiarse a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador ha alcanzado una cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima. La cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador puede calcularse basándose en la relación aire-combustible en el lado aguas arriba cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y puede calcularse basándose en la relación aire-combustible diana cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

En el control pobre, la relación aire-combustible diana puede cambiarse a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica si la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible juzgada como pobre antes de que se estime que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador ha alcanzado la cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia.

La relación aire-combustible diana puede ajustarse a cualquiera de una relación aire-combustible de ajuste rico más rica que una relación aire-combustible estequiométrica, una relación aire-combustible de ajuste débilmente rico más rica que la relación aire-combustible estequiométrica y más cercana a la relación aire-combustible estequiométrica que la relación aire-combustible de ajuste rico, una relación aire-combustible de ajuste pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica, y una relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica y más cercana a la relación aire-combustible estequiométrica que la relación aire-combustible de ajuste pobre, en donde, en el control rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico, la relación aire-combustible diana puede cambiarse a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador ha alcanzado una primera cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima, en el control débilmente rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico, la relación aire-combustible diana puede cambiarse a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga rica más rica que la relación aire-combustible estequiométrica en un control pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre, la relación aire-combustible diana puede cambiarse a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador ha alcanzado una segunda cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima y, en el control débilmente pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre, la relación aire-combustible diana puede cambiarse a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible en el lado aguas abajo ha alcanzado una relación aire-combustible que se juzga como pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica. La cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador puede calcularse basándose en la relación aire-combustible en el lado aguas arriba cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y puede calcularse basándose en la relación aire-combustible diana cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

En el control rico, la relación aire-combustible diana puede cambiarse a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica si la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica antes de que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador alcance la primera cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia y, en el control pobre, la relación aire-combustible diana puede cambiarse a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como pobre si la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como pobre antes de que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador alcance la segunda cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia.

La relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre, cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia, puede ser mayor que la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre, cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor, y la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico, cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia es menor que la relación de aire-combustible de ajuste débilmente rico cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor.

La relación aire-combustible de ajuste pobre, cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia, puede ser mayor que la relación aire-combustible de ajuste pobre, cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor, y la relación aire-combustible de ajuste rico, cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia, puede ser más pequeña que la relación aire-combustible de ajuste rico, cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor.

El método puede comprender además las etapas de: calcular una cantidad de oxígeno almacenado en el catalizador en el período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre a cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico, que constituye una primera cantidad de oxígeno, y una cantidad de oxígeno liberado desde el catalizador en el período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico a cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre, lo que constituye una segunda cantidad de oxígeno, basándose en la relación aire-combustible en el lado aguas arriba y actualizar un valor de aprendizaje basado en la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de oxígeno y corregir un parámetro relacionado con la relación aire-combustible basada en el valor de aprendizaje actualizado de modo que la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de oxígeno se hace más pequeña cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y, sin actualizar el valor de aprendizaje, corregir el parámetro basado en el valor de aprendizaje actual cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

Efectos ventajosos de la invención

Según la presente invención, se proporciona un motor de combustión interna que puede suprimir el deterioro de las emisiones de escape que acompaña a la aparición de barrido.

Breve descripción de los dibujos

[FIG. 1] la FIG. 1 es una vista esquemática de un motor de combustión interna en una primera realización de la presente invención.

[FIG. 2] la FIG. 2 es una vista que muestra un mecanismo de distribución de válvula variable.

[FIGS. 3] las FIGS. 3 son vistas que muestran cantidades de elevación de una válvula de admisión y una válvula de escape.

[FIGS. 4] las FIGS. 4 son vistas que muestran relaciones de una cantidad de almacenamiento de oxígeno de un catalizador de purificación de escape y una concentración de NO_x o HC, concentración de CO en el gas de escape que fluye fuera del catalizador de purificación de escape.

[FIG. 5] la FIG. 5 es una vista en sección transversal esquemática de un sensor de la relación aire-combustible.

[FIG. 6] la FIG. 6 es una vista que muestra una relación entre una tensión aplicada al sensor y una corriente de salida a diferentes relaciones aire-combustible de escape.

[FIG. 7] la FIG. 7 es una vista que muestra una relación de una relación aire-combustible de escape y una corriente de salida cuando se hace constante la tensión aplicada al sensor.

[FIG. 8] la FIG. 8 es un diagrama de tiempo de una cantidad de corrección de la relación aire-combustible etc. relacionada con la relación aire-combustible diana.

[FIG. 9] la FIG. 9 es un diagrama de tiempo de una cantidad de corrección de la relación aire-combustible etc., cuando ocurre desviación en una relación aire-combustible de salida de un sensor de la relación aire-combustible del lado aguas arriba.

[FIG. 10] la FIG. 10 es un diagrama de tiempo de una cantidad de corrección de la relación aire-combustible etc. en el momento de realizar el control de aprendizaje.

[FIG. 11] la FIG. 11 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control del control de la relación aire-combustible en una primera realización de la presente invención.

[FIG. 12] la FIG. 12 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de procesamiento para ajustar una relación aire-combustible diana en la primera realización de la presente invención.

[FIG. 13] la FIG. 13 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control del procesamiento de juicio de barrido en la primera realización de la presente invención.

[FIG. 14] la FIG. 14 es un diagrama de tiempo de una cantidad de corrección de la relación aire-combustible etc. relacionada con la relación de aire-combustible diana.

5 [FIG. 15] la FIG. 15 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de procesamiento para ajustar la relación de aire-combustible diana en una segunda realización de la presente invención.

[FIG. 16] la FIG. 16 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control del procesamiento para ajustar la relación aire-combustible diana en el momento de una corrección rica en la segunda realización de la presente invención.

10 [FIG. 17] la FIG. 17 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control del procesamiento para ajustar una relación aire-combustible diana en el momento de una corrección pobre en la segunda realización de la presente invención.

[FIG. 18] la FIG. 18 es un diagrama de tiempo de una cantidad de corrección de la relación aire-combustible etc. relacionado con la relación aire-combustible diana.

15 [FIG. 19] la FIG. 19 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control del procesamiento para ajustar la relación aire-combustible diana en una tercera realización de la presente invención.

[FIG. 20] la FIG. 20 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control del procesamiento para ajustar la relación aire-combustible diana en una cuarta realización de la presente invención.

Descripción de las realizaciones

20 A continuación, haciendo referencia a los dibujos, se explicarán en detalle las realizaciones de la presente invención. Obsérvese que, en la siguiente explicación, a los elementos componentes similares se les asigna las mismas notaciones de referencia.

<Primera realización>

En primer lugar, haciendo referencia a la FIG. 1 a la FIG. 13, se explicará una primera realización de la presente invención.

25 <Explicación del motor de combustión interna en su conjunto>

La FIG. 1 es una vista esquemática de un motor de combustión interna 100 en una primera realización de la presente invención. El motor de combustión interna 100 está provisto de un cuerpo de motor 1 que contiene un bloque de cilindro 2 y una culata 4. En el interior del bloque de cilindro 2, pistones 3 con movimiento alternativo en el interior del bloque de cilindros 2 se disponen. El motor de combustión interna 100 tiene una pluralidad de cilindros.

30 Se forma una cámara de combustión 5 para cada cilindro entre el pistón 3 y la culata 4. La culata 4 se forma con los puertos de admisión 7 y los puertos de escape 9. Los puertos de admisión 7 y los puertos de escape 9 están conectados a las cámaras de combustión 5. Una válvula de admisión 6 está dispuesta en la parte terminal de cada puerto de admisión 7 y está formada para poder abrir y cerrar el puerto de admisión 7. Una válvula de escape 8 está dispuesta en una parte terminal de cada puerto de escape 9 y está formada para poder abrir y cerrar el puerto de escape 9. Además, el motor de combustión interna 100 está provisto de un mecanismo B de distribución de válvulas variable que puede controlar la distribución de apertura y la distribución de cierre de cada válvula de admisión 6 y un mecanismo C de distribución de válvulas variable que puede controlar la distribución de apertura y la distribución de cierre de cada válvula de escape 8.

40 El motor de combustión interna 100 está comprendido de inyectores de combustible 11 para alimentar combustible a las cámaras de combustión 5 y bujías de encendido 10 para prender la mezcla aire-combustible en las cámaras de combustión 5. Las bujías de encendido 10 están sujetas a la culata 4. Los inyectores de combustible 11 están dispuestos en las partes circunferenciales de las superficies de la pared interna en la culata 4 de modo que inyectan directamente combustible a las cámaras de combustión 5. Es decir, el motor de combustión interna 100 es un motor de combustión interna de tipo cilindros de inyección. Además, el motor de combustión interna 100 usa combustible constituido por gasolina que tiene una relación aire-combustible estequiométrica de 14,6. Sin embargo, en el motor de combustión interna 100, puede usarse también otro combustible.

45 El motor de combustión interna 100 está provisto de un sobrealimentador constituido por un turbocompresor 101. El turbocompresor 101 incluye una turbina 102 que está dispuesta en el pasaje de escape, un compresor 103 que está dispuesto en el pasaje de admisión, y un árbol que conecta la turbina 102 y el compresor 103. Si el flujo de escape provoca que la turbina 102 gire, el compresor 103 gira también y eleva la presión del aire de admisión. Por lo tanto, el turbocompresor 101 usa la energía del gas de escape para comprimir el aire de admisión para aumentar la cantidad de aire de admisión.

El puerto de admisión 7 de cada cilindro está conectado mediante un canal de admisión 13 correspondiente a una cámara de compensación 14. La cámara de compensación 14 está conectada mediante una tubería de admisión 15 a una parte de salida del compresor 103 del turbocompresor 101. En el interior del tubo de admisión 15 que conecta la cámara de compensación 14 y el compresor 103, está dispuesta una válvula de mariposa 18 que está impulsada por un accionador de impulsor 17 de válvula de mariposa. La válvula de mariposa 18 puede cambiar el área de abertura del pasaje de admisión al ser girada por el accionador de impulsión de la válvula de mariposa 17. Además, en el tubo de admisión 15 entre el compresor 103 y la válvula de mariposa 18, un enfriador (*intercooler*) 106 que enfría el aire de admisión que es comprimido por el turbocompresor 101 está dispuesto.

Una parte de entrada del compresor 103 está conectada mediante un tubo de admisión 15 a un limpiador de aire 48. En el interior del tubo de admisión 15 entre el limpiador de aire 48 y el compresor 103, está dispuesto un caudalímetro de aire 16 que detecta la cantidad de aire de admisión. Un puerto de admisión 7, un canal de admisión 13, un tubo de admisión 15 etc. define un pasaje de admisión que guía el aire hacia la cámara de combustión 5.

Por otro lado, el puerto de escape 9 de cada cilindro está conectado a un colector de escape 19. El colector de escape 19 tiene una pluralidad de canales que están conectados a los puertos de escape 9 y un cabezal colector en el cual se reúnen estos canales. El cabezal colector del colector de escape 19 está conectado a la parte de entrada de la turbina 102 del turbocompresor 101. La parte de salida de la turbina 102 está conectada a través de un tubo de escape 22 a una cubierta 21 en el lado aguas arriba. La cubierta 21 en el lado aguas arriba tiene un catalizador de purificación de escape 20 en el lado aguas arriba construido en su interior. La cubierta 21 del lado aguas arriba está conectada mediante el tubo de escape 22 a una cubierta 23 del lado aguas abajo. La cubierta 23 del lado aguas abajo tiene un catalizador de purificación de escape 24 del lado aguas abajo construido en su interior. Un puerto de escape 9, el colector de escape 19, el tubo de escape 22 etc. definen un pasaje de escape que descarga el gas de escape que se produce debido a la combustión de la mezcla aire-combustible desde una cámara de combustión 5.

Además, dentro del tubo de escape 22 entre la turbina 102 y la cubierta 21 del lado aguas arriba, un sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba que detecta la relación aire-combustible del gas de escape que fluye a través del interior del tubo de escape 22 (es decir, el gas de escape que fluye dentro del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba) está dispuesto. Además, dentro del tubo de escape 22 entre la cubierta 21 del lado aguas arriba y la cubierta 23 del lado aguas abajo, un sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo que detecta la relación aire-combustible del gas de escape que fluye a través del interior del tubo de escape 22 (es decir, el gas de escape que fluye fuera del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba y que fluye dentro del catalizador de purificación de escape 24 del lado aguas abajo) está dispuesto.

Entre el colector de escape 19 aguas arriba de la turbina 102 y el tubo de escape 22 aguas abajo de la turbina 102, está dispuesto un pasaje de circunvalación 104 que rodea la turbina 102. En el pasaje de circunvalación 104, una válvula de circunvalación que abre y cierra el pasaje de circunvalación 104 constituido por una válvula de compuerta 105 está dispuesta. Ajustando el grado de abertura de la válvula de compuerta 105, la cantidad de gas de escape que circula a través de la turbina 102 puede ajustarse. Por lo tanto, controlando la válvula de compuerta 105, la presión del aire de admisión (presión de sobrealimentación) puede controlarse. Obsérvese que el medio de control de la presión de sobrealimentación que se usa para controlar la presión de sobrealimentación puede ser cualquier mecanismo aparte de la válvula de compuerta 105.

El motor de combustión interna 100 está provisto de un medio de adquisición de presión para adquirir la presión de sobrealimentación. El medio de adquisición de presión es por ejemplo un sensor de presión de sobrealimentación 50. El sensor de presión de sobrealimentación 50 está dispuesto en el pasaje de admisión en el lado aguas abajo de la válvula de mariposa 18. Obsérvese que la presión de sobrealimentación se estima desde el estado operativo etc. del motor de combustión interna 100.

El motor de combustión interna 100 está provisto de una unidad de control electrónico 31 (ECU) que está compuesta de un ordenador digital. La ECU 31 incluye componentes que están conectados entre sí mediante buses bidireccionales 32, tal como una RAM (memoria de acceso aleatorio) 33, una ROM (memoria de solo lectura) 34, una CPU (microprocesador) 35, un puerto de entrada 36 y un puerto de salida 37.

La señal de salida del caudalímetro de aire 16 se introduce a través de un convertidor AD 38 correspondiente al puerto de entrada 36. El motor de combustión interna 100 está provisto de un pedal acelerador 42. El pedal acelerador 42 tiene un sensor de carga 43 conectado al mismo. El sensor de carga 43 genera una tensión de salida que es proporcional a la cantidad de hundimiento del pedal acelerador 42. La tensión de salida del sensor de carga 43 se introduce mediante un convertidor AD correspondiente 38 al puerto de entrada 36.

El motor de combustión interna 100 está provisto de un sensor del ángulo de cigüeñal 44. El sensor de ángulo del cigüeñal 44 genera por ejemplo un pulso de salida cada vez que el cigüeñal rota un ángulo predeterminado. Este pulso de salida se introduce en el puerto de entrada 36. En la CPU 35, la velocidad del motor se calcula a partir del pulso de salida de este sensor del ángulo de cigüeñal 44. Además, la salida del sensor del ángulo de cigüeñal 44 puede usarse para detectar el ángulo del cigüeñal. Las salidas del sensor de presión de sobrealimentación 50 y sensores de la relación aire-combustible 40 y 41 se introducen respectivamente a través de los convertidores AD 38 correspondientes al puerto de entrada 36.

El puerto de salida 37 de la ECU 31 está conectado mediante circuitos impulsores 45 correspondientes a las bujías de encendido 10, inyectores de combustible 11, accionador de impulsión de la válvula de mariposa 17, válvula de compuerta 105 y mecanismos de distribución de válvula variables B y C. La ECU 31 puede controlar las distribuciones de ignición de las bujías de encendido 10, las distribuciones de inyección de combustible y las cantidades de inyección de combustible de los inyectores de combustible 11, el grado de abertura de la válvula de mariposa 18, el grado de abertura de la válvula de compuerta 105, las distribuciones de abertura y las distribuciones de cierre de las válvulas de admisión 6 y las distribuciones de abertura y las distribuciones de cierre de las válvulas de escape 8.

<Explicación del mecanismo de distribución de válvula variable>

La FIG. 2 muestra el mecanismo de distribución de válvula variable B que está provisto en un árbol de levas 70a tal como para impulsar la válvula de admisión 6 en la FIG. 1. Como se muestra en la FIG. 2, el mecanismo de distribución de válvulas variable B está comprendido de una parte de cambio de fase de leva B1 que está fijada a un extremo del árbol de levas 70a y que cambia la fase de la leva del árbol de levas 70a y una parte de cambio de ángulo operativo de leva B2 que está dispuesta entre el árbol de levas 70a y el resorte de válvula 26 de la válvula de admisión 6 y cambia el ángulo operativo de la leva del árbol de levas 70a a un ángulo operativo diferente. Obsérvese que la parte de cambio del ángulo operativo de la leva B2 se muestra mediante una vista de sección transversal lateral y una vista en planta en la FIG. 2.

En primer lugar, la parte de cambio de fase de leva B1 del mecanismo de distribución de válvula variable B se explicará. Esta parte de cambio de fase de leva B1 está provista de una polea de distribución 71 que puede hacerse girar en la dirección de la flecha mediante una correa de distribución por un cigüeñal del motor, una carcasa cilíndrica 72 que gira junto con la polea de distribución 71, un árbol 73 que puede rotar junto con el árbol de levas 70a y que puede girar con respecto a la carcasa cilíndrica 72, una pluralidad de paredes de división 74 que se extienden desde la superficie circunferencial interna de la carcasa cilíndrica 72 hasta la superficie circunferencial externa del árbol 73 y palas 75 que se extienden entre las paredes de división 74 desde la superficie circunferencial externa del árbol 73 hasta la superficie circunferencial interna de la carcasa cilíndrica 72. En ambos lados de las palas 75, se forman cámaras hidráulicas de uso de avance 76 y cámaras hidráulicas de uso de retardo 77.

El control para alimentar fluido hidráulico a las cámaras hidráulicas 76 y 77 se realiza mediante una válvula de control de alimentación de fluido 78. Esta válvula de control de alimentación de fluido hidráulico 78 está provista de puertos hidráulicos 79 y 80 que están conectados a las cámaras hidráulicas 76 y 77, un puerto de alimentación 82 de fluido hidráulico que se descarga desde la bomba hidráulica 81, un par de puertos de drenaje 83 y 84 y una válvula de carrete 85 que realiza el control para abrir y cerrar los puertos 79, 80, 82, 83 y 84.

Cuando se hace avanzar la fase de la leva del árbol de levas 70a, en la FIG. 2, la válvula de carrete 85 se hace que se mueva hacia abajo, el fluido hidráulico que se alimenta desde el puerto de alimentación 82 se alimenta a través del puerto hidráulico 79 a la cámara hidráulica de uso de avance 76, y el fluido hidráulico en la cámara hidráulica de uso de retardo 77 se descarga desde el puerto de drenaje 84. En este momento, el árbol 73 se hace girar con respecto a la carcasa cilíndrica 72 en la dirección de la flecha X.

A diferencia de esto, cuando la fase de la leva del árbol de levas 70a debe retrasarse, en la FIG. 2, la válvula de carrete 85 se hace que se mueva hacia arriba. El fluido hidráulico que se alimenta desde el puerto de alimentación 82 se alimenta a través del puerto hidráulico 80 a la cámara hidráulica de uso de retardo 77 y el fluido hidráulico en la cámara hidráulica de uso de avance 76 se descarga desde el puerto de drenaje 83. En este momento, el árbol 73 se hace girar con respecto a la carcasa cilíndrica 72 en una dirección opuesta a la flecha X.

Cuando el árbol 73 se hacer girar con respecto a la carcasa cilíndrica 72, si la válvula de carrete 85 se devuelve a la posición neutra que se muestra en la FIG. 2, la operación de rotación relativa del árbol 73 se hace que se detenga. El árbol 73 se mantiene en la posición de rotación relativa en este momento. Por lo tanto, la parte de cambio de fase de leva B1 puede usarse para avanzar o retrasar la fase de la leva del árbol de levas 70a exactamente en la cantidad deseada. Es decir, como se muestra en la FIG. 3A mediante la línea discontinua, la parte de cambio de fase de leva B1 puede usarse para hacer que el ángulo de fase de la válvula de admisión 6 avance o retroceda de cualquier manera. Obsérvese que, cuando se cambia únicamente la fase de la leva, como se muestra en la FIG. 3A, el ángulo operativo no cambia. Obsérvese que, en esta descripción, el "ángulo de fase" significa el ángulo central del ángulo operativo.

A continuación, la parte de cambio del ángulo operativo de leva B2 del mecanismo de distribución de válvula variable B se explicará. Esta parte de cambio de ángulo operativo de leva B2 está provista de una varilla de control 90 que está dispuesta en paralelo con el árbol de levas 70a y que se hace que se mueva en la dirección axial mediante el accionador 91, una leva intermedia 94 que está engranada con la leva 92 del árbol de levas 70a y que se hace que se engrane de forma deslizable con una acanaladura 93 que se forma en la varilla de control 90 y se extiende en la dirección axial, y una leva basculante 96 que se engrana con el resorte de válvula 26 para dirigir la válvula de admisión 6 y que se engrana de forma deslizable con la acanaladura 95 que se forma en la varilla de control 90 y se extiende de una manera en espiral. Se forma una leva 97 sobre la leva basculante 96.

Si el árbol de levas 70a gira, la leva 92 provoca que la leva intermedia 94 bascule constantemente exactamente en un cierto ángulo. En este momento, la leva basculante 96 se hace también que bascule un cierto ángulo. Por otro lado, la leva intermedia 94 y la leva basculante 96 están soportadas para ser incapaces de moverse en la dirección axial de la varilla de control 90. Por lo tanto, cuando la varilla de control 90 se hace que se mueva en la dirección axial por el accionador 91, la leva basculante 96 se hace que gire con respecto a la leva intermedia 94.

Cuando, debido a la relación posicional en la rotación relativa de la leva intermedia 94 y la leva basculante 96, la leva 92 del árbol de levas 70a empieza a engranarse con la leva intermedia 94 y la leva 97 de la leva basculante 96 empieza a engranarse con el resorte de válvula 26, como se muestra en la FIG. 3B mediante "a", el ángulo operativo y la cantidad de elevación de la válvula de admisión 6 se hacen más grandes. A diferencia de esto, si se usa el accionador 91 para hacer que la válvula basculante 96 gire con respecto a la leva intermedia 94 en la dirección de la flecha Y de la FIG. 2, la leva 92 del árbol de levas 70a se engrana con la leva intermedia 94, entonces, después de un tiempo, la leva 97 de la leva basculante 96 se engrana con el resorte de válvula 26. En este caso, como se muestra en la FIG. 3B mediante "b", el ángulo operativo y la cantidad de elevación de la válvula de admisión 6 se hacen más pequeños en comparación con "a".

Si la leva basculante 96 se hace que gire adicionalmente con respecto a la leva intermedia 94 en la dirección de la flecha Y de la FIG. 2, como se muestra en la FIG. 3B mediante "c", el ángulo operativo y la cantidad de elevación de la válvula de admisión 6 se hace aún más pequeño. Es decir, usando el accionador 91 para cambiar las posiciones rotacionales relativas de la leva intermedia 94 y la leva basculante 96, es posible cambiar el ángulo operativo de la válvula de admisión 6 de cualquier modo. Sin embargo, en este caso, la cantidad de elevación de la válvula de admisión 6 se hace más pequeña que el ángulo operativo más corto de la válvula de admisión 6.

De esta manera, es posible usar la parte de cambio de fase de leva B1 para cambiar el ángulo de fase de la válvula de admisión 6 de cualquier manera y es posible usar la parte de cambio de ángulo operativo de leva B2 para cambiar el ángulo operativo de la válvula de admisión 6 de cualquier manera. Por lo tanto, el mecanismo de distribución de válvula variable B que tiene la parte de cambio de fase de leva B1 y la parte de cambio de ángulo operativo de leva B2 pueden usarse para cambiar libremente el ángulo de fase y el ángulo operativo de la válvula de admisión 6, es decir, la distribución de abertura y la distribución de cierre de la válvula de admisión 6.

Obsérvese que el mecanismo de distribución de válvula variable B que se muestra en la FIG. 1 y la FIG. 2 es un ejemplo. Pueden usarse diversos tipos de mecanismos de distribución de válvula variable distintos del ejemplo mostrado en la FIG. 1 y la FIG. 2. Además, el mecanismo de distribución de válvula variable C de la válvula de escape 8 tiene también una configuración similar a la del mecanismo de distribución de válvula variable B de la válvula de admisión 6 y puede cambiar libremente el ángulo de fase y el ángulo operativo de la válvula de escape 8, es decir, la distribución de abertura y la distribución de cierre de la válvula de escape 8. Por lo tanto, en el motor de combustión interna 100, al menos uno de los mecanismos de distribución de válvula variable B y C puede controlarse para cambiar libremente la cantidad de solapamiento de válvula donde el período de apertura de la válvula de admisión 6 y el período de apertura de la válvula de escape 8 se solapan parcialmente.

<Explicación del catalizador de purificación de escape>

El catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba y el catalizador de purificación de escape 24 del lado aguas abajo tienen configuraciones similares. Los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 son catalizadores de tres vías que tienen capacidades de almacenamiento de oxígeno. Específicamente, los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 están compuestos de portadores que están comprendidos de cerámica sobre los cuales un metal precioso que tiene una acción catalítica (por ejemplo, platino (Pt)) y una sustancia que tiene capacidad de almacenamiento de oxígeno (por ejemplo ceria (CeO_2)) están soportados. Los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 presentan una acción catalítica de retirada simultánea del gas no quemado (HC, CO, etc.) y óxidos de nitrógeno (NO_x) cuando alcanzan una temperatura de activación predeterminada y, además, una capacidad de almacenamiento de oxígeno.

De acuerdo con la capacidad de almacenamiento de oxígeno de los catalizadores de purificación de escape 20 y 24, los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 almacenan el oxígeno en el gas de escape cuando la relación aire-combustible del gas de escape que fluye dentro de los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 es más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica (relación aire-combustible pobre). Por otro lado, los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 liberan el oxígeno que se almacena en los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 cuando el gas de escape entrante tiene una relación aire-combustible que es más rica que la relación aire-combustible estequiométrica (relación aire-combustible rica).

Los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 tienen una acción catalítica y capacidad de almacenamiento de oxígeno y de esta manera tienen la capacidad de retirar NO_x y el gas no quemado según la cantidad de oxígeno almacenada. Es decir, como se muestra en la FIG. 4A, si la relación aire-combustible del gas de escape que fluye dentro de los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 tiene una relación aire-combustible pobre, cuando la cantidad de oxígeno almacenada es pequeña, los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 almacenan el oxígeno en el gas de escape. Además, junto con esto, el NO_x en el gas de escape se retira por reducción. Además, si la cantidad almacenada de oxígeno se hace más grande, el gas de escape que fluye fuera desde los catalizadores de

purificación de escape 20 y 24 sube rápidamente de concentración de oxígeno y NO_x a una cierta cantidad almacenada cerca de la cantidad de oxígeno almacenable máxima $C_{\text{máx}}$ (en la figura, Cuplim).

5 Por otro lado, como se muestra en la FIG. 4B, si la relación aire-combustible del gas de escape que fluye dentro de los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 es la relación aire-combustible rica, cuando la cantidad almacenada de oxígeno es grande, el oxígeno que se almacena en los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 se libera, y el gas no quemado en el gas de escape se retira por oxidación. Además, si la cantidad almacenada de oxígeno se hace pequeña, el gas de escape que fluye fuera de los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 sube rápidamente de concentración de gas no quemado a una cierta cantidad almacenada cerca de cero (en la figura, Clowlim).

10 Del modo anterior, de acuerdo con los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 que se usan en la presente realización, las características de retirada de NO_x y gas no quemado en el gas de escape cambian dependiendo de la relación aire-combustible del gas de escape que fluye dentro de los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 y la cantidad de oxígeno almacenada. Obsérvese que, si se tiene una acción catalítica y capacidad de almacenamiento de oxígeno, los catalizadores de purificación de escape 20 y 24 puede ser también catalizadores diferentes de los catalizadores de tres vías.

15 <Configuración del sensor de la relación aire-combustible>

A continuación, haciendo referencia a la FIG. 5, se explicarán las configuraciones de los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41 en la presente realización. La FIG. 5 es una vista en sección transversal esquemática de los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41. Como se entenderá a partir de la FIG. 5, los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41 en la presente realización son sensores de la relación aire-combustible de tipo de celda única cada uno de los cuales está comprendido por una capa de electrolito sólido y un par de electrodos que forman una única celda.

20 Como se muestra en la FIG. 5, cada uno de los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41 está provisto de una capa de electrolito sólido 51, un electrodo del lado de escape (primer electrodo) 52 que está dispuesto en una superficie lateral de la capa de electrolito sólido 51, un electrodo del lado de la atmósfera (segundo electrodo) 53 que está dispuesto en la superficie del otro lado de la capa de electrolito sólido 51, una capa de regulación de difusión 54 que regula la difusión del gas de escape que pasa, una capa protectora 55 que protege la capa de regulación de difusión 54 y una parte de calentador 56 que calienta el sensor de la relación de aire-combustible 40 o 41.

30 En la superficie de un lado de la capa de electrolito sólido 51, la capa de regulación de la difusión 54 se proporciona. Sobre la superficie lateral de la capa de regulación de la difusión 54 en el lado opuesto de la superficie lateral del lado de la capa de electrolito sólido 51, se proporciona una capa protectora 55. En la presente realización, se forma una cámara de gas medido 57 entre la capa de electrolito sólido 51 y la capa de regulación de difusión 54. En esta cámara de gas medido 57, el gas que se va a detectar por los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41, es decir el gas de escape, se introduce a través de la capa de regulación de difusión 54. Además, el electrodo del lado de escape 52 está dispuesto dentro de la cámara de gas medido 57, por lo tanto, el electrodo del lado de escape 52 está expuesto al gas de escape a través de la capa de regulación de difusión 54. Obsérvese que la cámara de gas medido 57 no necesariamente tiene que proporcionarse. La capa de regulación de difusión 54 puede entrar en contacto directamente con la superficie del electrodo del lado de escape 52.

40 En la otra superficie lateral de la capa de electrolito sólido 51, la parte de calentador 56 se proporciona. Entre la capa de electrolito sólido 51 y la parte de calentador 56, se forma una cámara de gas de referencia 58. Dentro de esta cámara de gas de referencia 58, se introduce un gas de referencia. En la presente realización, la cámara de gas de referencia 58 está abierta a la atmósfera. Por lo tanto, dentro de la cámara de gas de referencia 58, la atmósfera se introduce como el gas de referencia. El electrodo del lado de la atmósfera 53 está dispuesto dentro de la cámara de gas de referencia 58, por lo tanto, el electrodo del lado de la atmósfera 53 está expuesto al gas de referencia (atmósfera de referencia).

45 La parte del calentador 56 está provista de una pluralidad de calentadores 59. Estos calentadores 59 pueden usarse para controlar la temperatura del sensor de la relación aire-combustible 40 o 41, en particular, la temperatura de las capas de electrolito sólido 51. La parte de calentador 56 tiene una capacidad de generación de calor suficiente para calentar la capa de electrolito sólido 51 hasta que la activa.

50 La capa de electrolito sólido 51 está formada por un cuerpo sinterizado de ZrO_2 (zirconia), HfO_2 , ThO_2 , Bi_2O_3 u otro óxido conductor de ion oxígeno en el que CaO , MgO , Y_2O_3 , Yb_2O_3 , etc. se combina como un estabilizador. Además, la capa de regulación de la difusión 54 se forma mediante un cuerpo sinterizado poroso de alúmina, magnesia, sílice, espinela, mullita u otra sustancia inorgánica resistente al calor. Adicionalmente, el electrodo del lado de escape 52 y el electrodo del lado de la atmósfera 53 están formados de platino u otro metal precioso que tenga una alta actividad catalítica.

55 Además, entre el electrodo del lado de escape 52 y el electrodo del lado de la atmósfera 53, se suministra tensión del sensor V_r mediante el dispositivo de suministro de tensión 60 que está montado en la ECU 31. Además, la ECU 31 está provista de un dispositivo de detección de corriente 61 que detecta la corriente que fluye entre estos electrodos 52 y 53 a través de la capa de electrolito sólido 51 cuando el dispositivo de suministro de tensión 60 suministra la tensión al sensor

Vr. La corriente que se detecta mediante ese dispositivo de detección de corriente 61 es la corriente de salida de los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41.

Los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41 así configurados tienen la característica de tensión-corriente (V-I) tal como se muestra en la FIG. 6. Como se entenderá a partir de la FIG. 6, la corriente de salida I se hace más grande que la relación aire/combustible de escape más alta (la más pobre). Además, en la línea V-I de cada relación aire-combustible de escape, hay una región paralela al eje V, es decir, una región donde la corriente de salida no cambia mucho ni siquiera cuando cambia la tensión del sensor. Esta región de tensión se denomina "región de corriente límite". La corriente en este momento se denomina "corriente límite". En la FIG. 6, la región de corriente límite y la corriente límite cuando la relación aire-combustible de escape es 18 se muestran mediante W_{18} e I_{18} .

La FIG. 7 es una vista que muestra la relación entre la relación aire-combustible de escape y la corriente de salida I cuando se hace la tensión suministrada constante a aproximadamente 0,45 V. Como se entenderá a partir de la FIG. 7, en los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41, cuanto mayor es la relación aire-combustible de escape (es decir, la más pobre), mayor será la corriente de salida I desde los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41. Además, los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41 están configurados de manera que la corriente de salida I se hace cero cuando la relación aire-combustible de escape es la relación aire-combustible estequiométrica. Por consiguiente, los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41 pueden detectar continuamente (linealmente) la relación aire-combustible de escape. Además, cuando la relación aire-combustible de escape se hace más grande que en una cierta extensión o mayor o cuando se hace más pequeña en una cierta extensión o mayor, la relación de cambio de la corriente de salida al cambio de la relación aire-combustible de escape se hace más pequeña.

En el ejemplo anterior, como los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41 se usan sensores de la relación aire-combustible de tipo de corriente límite de la estructura que se muestra en la FIG. 5. Sin embargo, como los sensores de la relación aire-combustible 40 y 41, por ejemplo, es posible usar un sensor de la relación aire-combustible de tipo corriente límite del tipo corte u otra estructura de sensor de relación aire-combustible del tipo corriente límite o un sensor de la relación aire-combustible que no sea de tipo corriente límite o cualquier otro sensor de la relación aire-combustible.

<Control de relación aire-combustible básica>

A continuación, se explicará un esbozo del control de la relación aire-combustible básica en un dispositivo de control de un motor de combustión interna de la presente invención. En un control aire-combustible de la presente realización, se realiza control de realimentación basándose en la relación aire-combustible que sale del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba para controlar la cantidad de inyección de combustible desde el inyector de combustible 11 de modo que la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación de aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en la relación aire-combustible diana. Obsérvese que la "relación aire-combustible de salida" significa la relación aire-combustible que corresponde a la válvula de salida del sensor de la relación de aire-combustible.

Por otro lado, en la presente realización, el control para ajustar la relación aire-combustible diana se realiza basándose en la corriente de salida del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo etc. En el control para ajustar la relación aire-combustible diana, cuando la corriente de salida del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte en una relación aire-combustible rica, la relación aire-combustible diana se hace una relación aire-combustible de ajuste pobre. Después de esto, se mantiene a esta relación de aire-combustible. En este sentido, la "relación de aire-combustible de ajuste pobre" es una relación aire-combustible predeterminada que es más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica (relación aire-combustible que sirve como centro de control) mediante una cierta extensión y, por ejemplo es de 14,65 a 20, preferiblemente de 14,65 a 18, más preferiblemente de 14,65 a 16 o similar. Además, la relación de aire-combustible de ajuste pobre puede expresarse como una relación aire-combustible de la relación aire-combustible que forma el centro de control (en la presente realización, relación aire-combustible estequiométrica) más una cantidad de corrección pobre. Además, en la presente realización, cuando la relación aire-combustible de salida del sensor de relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte en una relación de aire-combustible que se juzga como rica (por ejemplo, 14,55), que es ligeramente más rica que la relación aire-combustible estequiométrica, o menor, se juzga que la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación de aire-combustible 41 del lado aguas abajo se ha convertido en la relación aire-combustible rica.

Si la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste pobre, el exceso/deficiencia de oxígeno del gas de escape que fluye dentro del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba (a continuación, denominado simplemente como el "gas de escape entrante") se añade de forma acumulada. La expresión "exceso/deficiencia de oxígeno" significa el oxígeno que se hace excesivo o el oxígeno que se hace deficiente (cantidad de gas no quemado en exceso etc.) cuando se intenta hacer que la relación aire-combustible del gas de escape entrante sea la relación aire-combustible estequiométrica. En particular, cuando la relación aire-combustible diana es la relación aire-combustible de ajuste pobre, el gas de escape entrante tiene un exceso de oxígeno. Este oxígeno de exceso se almacena en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba. Por lo tanto, el valor acumulado del exceso/deficiencia de oxígeno (a continuación, denominado como "exceso/deficiencia de oxígeno

acumulativo”) puede decirse que expresa el valor estimado de la cantidad almacenada de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba.

El exceso/deficiencia de oxígeno OED se calcula, por ejemplo, mediante la siguiente fórmula (1): $OED = 0,23X (AFup - AFR) XQi \dots (1)$

5 donde 0,23 indica la concentración de oxígeno en el aire, Qi indica la cantidad de inyección de combustible, AFup indica la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación de aire-combustible 40 del lado aguas arriba y AFR indica la relación de aire-combustible que forma el centro de control (en la presente realización, la relación aire-combustible estequiométrica (14,6)).

10 Si el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo que se ha obtenido añadiendo acumulativamente el exceso/deficiencia de oxígeno que se ha calculado de esta manera se convierte en un valor de referencia de cambio predeterminado (correspondiente a una cantidad de almacenamiento de referencia de cambio predeterminado Cref) o mayor, la relación aire-combustible diana que hasta entonces era la relación aire-combustible de ajuste pobre se hace la relación de aire-combustible de ajuste rico y después de esto se mantiene a esta relación aire-combustible. La relación aire-combustible de ajuste rico es una relación de aire-combustible predeterminada que es más rica que la relación aire-combustible estequiométrica (relación aire-combustible que forma el centro de control) en una cierta extensión. Por ejemplo, se hace de 12 a 14,58, preferiblemente de 13 a 14,57, más preferiblemente de 14 a 14,55 o similar. Además, la relación aire-combustible de ajuste rico puede expresarse como una relación aire-combustible de la relación aire-combustible que forma el centro de control (en la presente realización, relación aire-combustible estequiométrica) menos una cantidad de corrección rica. Obsérvese que, en la presente realización, la diferencia de la relación de aire-combustible de ajuste rico con respecto a la relación aire-combustible estequiométrica (grado rico) se hace la diferencia de la relación aire-combustible de ajuste pobre de la relación aire-combustible estequiométrica (grado pobre) o menor.

20 Después de esto, cuando la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo de nuevo se convierte en la relación aire-combustible que se juzga como rica o menor, la relación aire-combustible diana de nuevo se hace que sea la relación aire-combustible de ajuste pobre. Después de esto, se repite una operación similar. De esta manera, en la presente realización, la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante se ajusta alternativamente a la relación de aire-combustible de ajuste pobre y la relación de aire-combustible de ajuste rico.

30 Sin embargo, incluso si se realiza tal control mencionado anteriormente, en ocasiones la cantidad de almacenamiento de oxígeno real del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba alcanza la cantidad de oxígeno almacenable máxima antes de que el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo alcance el valor de referencia de cambio. Como la razón para esto, por ejemplo, puede mencionarse la cantidad de oxígeno almacenable máxima del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba que cae y la relación aire-combustible del gas de escape entrante temporalmente que cambia repentinamente. Si la cantidad de almacenamiento de oxígeno alcanza la cantidad de oxígeno almacenable máxima de esta manera, el gas de escape de la relación aire-combustible pobre fluye fuera del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba. Por lo tanto, en la presente realización, cuando la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte en la relación aire-combustible pobre antes de que el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo alcance el valor de referencia de cambio, la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación de aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte en la relación aire-combustible pobre. En particular, en la presente realización, cuando la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte en una relación aire-combustible que se juzga como pobre que es ligeramente más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica (por ejemplo, 14,65) o mayor, se juzga que la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación de aire-combustible 41 del lado aguas abajo se ha convertido en una relación aire-combustible pobre.

<Explicación del control de la relación aire-combustible usando un diagrama de tiempo>

50 Haciendo referencia a la FIG. 8, la operación mencionada anteriormente se explicará en detalle. La FIG. 8 es un diagrama de tiempo de la cantidad de corrección AFC de la relación aire-combustible, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED , la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo y la concentración de NO_x en el gas de escape que fluye fuera del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba (a continuación, denominado simplemente como “gas de escape saliente”) cuando se realiza el control de la relación aire-combustible de la presente realización.

55 El exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED que se muestra en la FIG. 8 muestra el valor acumulativo de exceso/deficiencia de oxígeno OED que se calcula mediante la fórmula anterior (1). El exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED se reinicializa y se hace cero cuando la relación aire-combustible diana se cambia entre la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico y la relación de aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre.

Obsérvese que la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC es una cantidad de corrección relacionada con la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante. Cuando la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC es 0, la relación aire-combustible diana se ajusta a una relación aire-combustible que es igual a la relación aire-combustible que sirve como el centro de control (a continuación, denominada “relación de aire-combustible del centro de control”) (en la presente realización, la relación aire-combustible estequiométrica). Cuando la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC es un valor positivo, la relación aire-combustible diana se convierte en una relación aire-combustible más pobre que la relación aire-combustible del centro de control (en la presente realización, una relación aire-combustible pobre), mientras que cuando la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC es un valor negativo, la relación aire-combustible diana se convierte en una relación aire-combustible más rica que la relación de aire-combustible del centro de control (en la presente realización, una relación aire-combustible rica). Además, la “relación aire-combustible del centro de control” significa la relación aire-combustible a la cual la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se añade de acuerdo con el estado operativo del motor, es decir, la relación aire-combustible que es la referencia cuando se cambia la relación aire-combustible diana según la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC.

En el ejemplo ilustrado, en el estado antes del tiempo t_1 , la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se hace la cantidad de corrección de ajuste rico AFCrico (correspondiente a la relación aire-combustible de ajuste rico). Es decir, la relación aire-combustible diana se hace la relación aire-combustible rica. Junto con esto, la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en la relación aire-combustible rica. El gas no quemado contenido en el gas de escape entrante se purifica en el catalizador de purificación de escape 20 de lado aguas arriba. Además, junto con esto, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se disminuye gradualmente.

Por consiguiente, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED disminuye también gradualmente. Además, el gas no quemado no está contenido en el gas de escape saliente debido a la purificación en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, por lo que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte sustancialmente en la relación aire-combustible estequiométrica. En este momento, la relación aire-combustible del gas de escape entrante se convierte en la relación aire-combustible rica, por lo que la cantidad de NO_x que escapa del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace sustancialmente cero.

Si el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba disminuye gradualmente en la cantidad almacenada de oxígeno OSA, la cantidad almacenada de oxígeno OSA se aproxima a cero en el momento t_1 . Junto con esto, parte del gas no quemado que fluye dentro del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba empieza a fluir hacia fuera sin purificarlo por el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba. Debido a esto, desde el momento t_1 en adelante, la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo cae gradualmente. Como resultado, en el momento t_2 , la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica a AFrica.

En la presente realización, cuando la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se hace la relación aire-combustible que se juzga como rica o menor, para hacer que la cantidad almacenada de oxígeno OSA aumente, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia a la cantidad de corrección de ajuste pobre AFCpobre (correspondiente a la relación aire-combustible de ajuste pobre). Por lo tanto, la relación aire-combustible diana se cambia de la relación aire-combustible rica a la relación aire-combustible pobre. Además, en este momento, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED se reinicializa a 0.

Obsérvese que, en la presente realización, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia después de que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcance la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica. Esto se debe a que incluso si la cantidad almacenada de oxígeno en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es suficiente, la relación aire-combustible del gas de escape saliente en ocasiones termina siendo ligeramente desviada de la relación aire-combustible estequiométrica. A la inversa, la relación aire-combustible que se juzga rica se hace una relación aire-combustible en la que la relación aire-combustible del gas de escape saliente nunca se alcanzará cuando la cantidad almacenada de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 de lado aguas arriba es suficiente.

En el momento t_2 , cuando la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible pobre, la relación aire-combustible del gas de escape entrante cambia de la relación aire-combustible rica a la relación aire-combustible pobre. Además, junto con esto, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en una relación aire-combustible pobre (en realidad, ocurre un retardo desde cuando la relación aire-combustible diana se cambia hasta cuando la relación aire-combustible del gas de escape entrante cambia, pero en el ejemplo ilustrado, se considera por conveniencia que el cambio es simultáneo). Si en el momento t_2 la relación aire-combustible del gas de escape entrante cambia a la relación aire-combustible pobre, el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba aumenta en la cantidad almacenada de oxígeno OSA. Además, junto con esto, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED aumenta también gradualmente.

Debido a esto, la relación aire-combustible del gas de escape saliente cambia a la relación aire-combustible estequiométrica, y la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo converge con la relación aire-combustible estequiométrica. En este momento, la relación aire-combustible del gas de escape entrante se convierte en la relación aire-combustible pobre, pero hay un margen de maniobra suficiente en la capacidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, de modo que el oxígeno en el gas de escape entrante se almacena en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba y el NO_x se retira por reducción. Por esta razón, el escape de NO_x desde el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace sustancialmente cero.

Después de esto, si el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba aumenta en la cantidad almacenada de oxígeno OSA, en el momento t_3 , la cantidad almacenada de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba alcanza la cantidad de almacenamiento de referencia de cambio Cref. Por esta razón, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED alcanza el valor de referencia de cambio OEDref que corresponde a la cantidad de almacenamiento de referencia de cambio Cref. En la presente realización, si el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED se convierte en el valor de referencia de cambio OEDref o mayor, el almacenamiento de oxígeno en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se suspende cambiando la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC a la cantidad de corrección de ajuste rico AFCrico. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana se hace la relación aire-combustible rica. Además, en este momento, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED se reinicializa a 0.

En este caso, en el ejemplo que se muestra en la FIG. 8, en el momento t_3 , la relación aire-combustible diana se cambia y simultáneamente la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA cae, pero en realidad, ocurre un retardo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a cuando la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA cae. Además, cuando la aceleración del vehículo en el que está montado el motor de combustión interna provoca que la carga del motor se haga mayor y la cantidad de aire de admisión se desvíe en gran medida durante un instante etc., la relación aire-combustible del gas de escape entrante en ocasiones se desvía en gran medida de forma no intencionada de la relación aire-combustible diana durante un instante.

A diferencia de esto, la cantidad de almacenamiento de referencia de cambio Cref se ajusta suficientemente por debajo de la cantidad de oxígeno almacenable máxima Cmáx cuando el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es nuevo. Por esta razón, incluso si ocurre el retardo mencionado anteriormente o la relación aire-combustible del gas de escape real se desvía en gran medida en forma no intencionada de la relación aire-combustible diana durante un instante, la cantidad almacenada de oxígeno OSA no alcanza la cantidad de oxígeno almacenable máxima Cmáx . A la inversa, la cantidad de almacenamiento de referencia de cambio Cref se hace una cantidad suficientemente pequeña de modo que la cantidad almacenada de oxígeno OSA no alcance la cantidad de oxígeno almacenable máxima Cmáx ni siquiera aunque el retardo mencionado anteriormente o la desviación no intencionada de la relación aire-combustible ocurra. Por ejemplo, la cantidad de almacenamiento de referencia de cambio Cref se hace de $3/4$ o menor de la cantidad de oxígeno almacenable máxima Cmáx cuando el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es nuevo, preferiblemente $1/2$ o menor, más preferiblemente $1/5$ o menor.

En el momento t_3 , si la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible rica, la relación aire-combustible del gas de escape entrante cambia de la relación aire-combustible pobre a la relación aire-combustible rica. Junto con esto, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en una relación aire-combustible rica (en realidad, ocurre un retardo desde cuando la relación aire-combustible diana se cambia a cuando cambia el gas de escape entrante en la relación aire-combustible, pero en el ejemplo ilustrado, se considera por conveniencia que el cambio es simultáneo). El gas de escape entrante contiene gas no quemado, por lo que el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba disminuye gradualmente en la cantidad almacenada de oxígeno OSA. En el momento t_4 , de la misma manera que en el momento t_1 , la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo empieza a caer. En este momento también, la relación aire-combustible del gas de escape entrante es la relación aire-combustible rica, por lo que sustancialmente cero NO_x escapa del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba.

A continuación, en el momento t_5 , del mismo modo que en el momento t_2 , la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica. Debido a esto, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia al valor AFCpobre que corresponde a la relación aire-combustible de ajuste pobre. Después de esto, el ciclo de los tiempos mencionados anteriormente t_1 a t_5 se repite.

Además, en la presente realización, aunque el ciclo mencionado anteriormente de los tiempos t_1 a t_5 se repite, la cantidad de combustible que se alimenta a la cámara de combustión 5 se controla por realimentación de modo que la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en la relación aire-combustible diana. Por ejemplo, cuando la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba es menor (más rica) que la relación aire-combustible diana, la cantidad de combustible que se alimenta a la cámara de combustión 5 se hace más pequeña. Por otro lado, cuando la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas

arriba es más grande (más pobre) que el valor correspondiente a la relación aire-combustible diana, la cantidad de combustible que se alimenta a la cámara de combustión 5 se hace más grande.

Como se entenderá a partir de la explicación anterior, de acuerdo con la presente realización, es posible suprimir constantemente la cantidad de descarga de NO_x del catalizador de purificación de escape 20 de lado aguas arriba. Es decir, siempre y cuando se realice el control mencionado anteriormente, básicamente, la cantidad de descarga de NO_x del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba puede hacerse sustancialmente cero. Además, el tiempo acumulativo cuando se calcula el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED es corto, por lo que es menor la oportunidad de un error en el cálculo en comparación con cuando se calcula la cantidad acumulativa durante un largo período de tiempo. Por esta razón, puede evitarse que el error en el cálculo del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED cause que el NO_x termine siendo descargado.

Además, en general, si la cantidad almacenada de oxígeno del catalizador de purificación de escape se mantiene constante, el catalizador de purificación de escape falla en su capacidad de almacenamiento de oxígeno, es decir, para mantener el catalizador de purificación de escape con una alta capacidad de almacenamiento de oxígeno, la cantidad almacenada de oxígeno del catalizador de purificación de escape tiene que fluctuar. A diferencia de esto, según la presente realización, como se muestra en la FIG. 8, la cantidad almacenada de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba fluctúa constantemente al alza y a la baja, de modo que se evita que caiga la capacidad de almacenamiento de oxígeno.

Obsérvese que, en la realización anterior, en los momentos t_2 a t_3 , la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se mantiene en la cantidad de corrección de ajuste pobre AFCpobre. Sin embargo, en este período de tiempo, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC no necesariamente tiene que mantenerse constante. Puede ajustarse para que disminuya gradualmente o fluctúe de otra manera. Alternativamente, en el período de tiempo de los tiempos t_2 a t_3 , también es posible hacer temporalmente que la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC sea un valor más pequeño de 0 (por ejemplo, la cantidad de corrección de ajuste rico etc.). Es decir, en el período de tiempo de los tiempos t_2 a t_3 , la relación aire-combustible diana puede hacerse también temporalmente la relación aire-combustible rica.

Similarmente, en la realización anterior, en los tiempos t_3 a t_5 , la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se mantiene en la cantidad de corrección de ajuste rico AFCrico. Sin embargo, en este período, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC no necesariamente tiene que mantenerse constante. Puede ajustarse para que aumente gradualmente o fluctúe de otra manera. Alternativamente, en el período de tiempo de los tiempos t_3 a t_5 , también es posible hacer temporalmente que la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC sea un valor mayor de 0 (por ejemplo, la cantidad de corrección de ajuste pobre etc.). Es decir, en el período de tiempo de los tiempos t_3 a t_5 , la relación aire-combustible diana puede hacerse también temporalmente la relación aire-combustible pobre.

Sin embargo, en este caso también, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC en los tiempos t_2 a t_3 se ajusta de modo que la diferencia entre el valor promedio de la relación aire-combustible diana y la relación aire-combustible estequiométrica en los tiempos t_2 a t_3 se haga mayor que la diferencia entre el valor promedio de la relación aire-combustible diana y la relación aire-combustible estequiométrica en los tiempos t_3 a t_5 .

Además, en la realización anterior, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED se calcula basándose en la relación aire-combustible de salida AFarriba etc. Sin embargo, la cantidad almacenada de oxígeno OSA puede calcularse también basándose en otros parámetros además de estos parámetros y puede estimarse basándose en parámetros que son diferentes de estos parámetros. Además, en la realización anterior, si el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED se convierte en el valor de referencia de cambio OED_{ref} o mayor, la relación aire-combustible diana se cambia de la relación aire-combustible de ajuste pobre a la relación aire-combustible de ajuste rico. Sin embargo, la temporización de cambio de la relación aire-combustible diana desde la relación de aire-combustible de ajuste pobre a la relación aire-combustible de ajuste rico, por ejemplo, puede estar basada también en el tiempo operativo del motor o la cantidad acumulativa de aire de admisión desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana desde la relación aire-combustible de ajuste rico a la relación aire-combustible de ajuste pobre u otro parámetro. Sin embargo, en este caso también, la relación aire-combustible diana tiene que cambiarse desde la relación aire-combustible de ajuste pobre a la relación aire-combustible de ajuste rico mientras la cantidad almacenada de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se estima que es más pequeña que la cantidad de oxígeno almacenable máxima.

<Desviación en el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas arriba>

En este sentido, el sensor de la relación aire-combustible se deteriora gradualmente junto con el uso y en ocasiones cambian las características de ganancia. Por ejemplo, si las características de ganancia del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba cambian, en ocasiones ocurre desviación entre la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba y la relación aire-combustible real del gas de escape. En este caso, la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se desvía al lado rico o el lado pobre desde la relación aire-combustible real del gas de escape.

Además, el hidrógeno, entre el gas no quemado, tiene una velocidad de paso más rápida a través de la capa de regulación de difusión del sensor de la relación aire-combustible. Por esta razón, si la concentración de hidrógeno en el gas de escape es alta, la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se desvía del lado inferior con respecto a la relación aire-combustible real del gas de escape (es decir el lado rico).

Cuando ocurre la desviación en la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba de esta manera, incluso si se realiza el control mencionado anteriormente, en ocasiones NO_x y oxígeno fluyen fuera del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba o la frecuencia de flujo de salida del gas no quemado desde el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace más alta. A continuación, se explicará este fenómeno con referencia a la FIG. 9.

La FIG. 9 es un diagrama de tiempo de la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, etc., similar a la FIG. 8. La FIG. 9 muestra el caso donde la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se desvía al lado rico. En la figura, la línea continua en la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba muestra la relación aire-combustible de salida real. Por otro lado, la línea discontinua muestra la relación aire-combustible real del gas de escape entrante.

En el caso que se muestra en la FIG. 9 también, en el estado antes del tiempo t_1 , la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se hace que sea la cantidad de corrección de ajuste rico AFCrico. Por consiguiente, la relación aire-combustible diana se hace la relación aire-combustible de ajuste rico. Junto con esto, la salida de la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en una relación aire-combustible igual a relación aire-combustible de ajuste rico. Sin embargo, como se ha explicado anteriormente, la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se desvía al lado rico, de modo que la relación aire-combustible real del gas de escape se convierte en una relación aire-combustible en el lado pobre desde la relación aire-combustible de ajuste rico. Es decir, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se hace más baja (más rica) que la relación aire-combustible real (línea discontinua en la figura). Por esta razón, la velocidad de disminución de la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace lenta.

Además, en el ejemplo que se muestra en la FIG. 9 en el tiempo t_2 , la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica. Por esta razón, como se ha explicado anteriormente, en el tiempo t_2 , la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia a la cantidad de corrección de ajuste pobre AFCpobre. Es decir, la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste pobre.

Junto con esto, la salida de la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en una relación aire-combustible igual a la relación aire-combustible de ajuste pobre. Sin embargo, como se ha explicado anteriormente, la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se desvía al lado rico, de modo que la relación aire-combustible real del gas de escape se convierte en una relación aire-combustible que es más pobre que la relación aire-combustible de ajuste pobre. Es decir, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se hace más baja (más rica) que la relación aire-combustible real (línea discontinua en la figura). Por esta razón, la velocidad de aumento de la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es rápida.

Además, si la desviación de la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba es grande, la velocidad de aumento de la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace extremadamente rápida. Por lo tanto, en este caso, como se muestra en la FIG. 9, antes de que el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED que se calcula basándose en la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba alcance el valor de referencia de cambio OED_{ref} , la cantidad de almacenamiento de oxígeno real OSA alcanza la cantidad de oxígeno almacenable máxima $C_{\text{máx}}$. Como resultado, el NO_x y oxígeno fluyen fuera del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba.

Por otro lado, a la inversa del ejemplo mencionado anteriormente, si la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se desvía al lado pobre, la velocidad de aumento de la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA se hace más lenta y la velocidad de disminución se hace más rápida. En este caso, el ciclo desde el tiempo t_2 hasta el tiempo t_5 se hace más rápido y la frecuencia de flujo de salida del gas no quemado desde el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace mayor.

Debido a lo anterior, es necesario detectar la desviación de la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba y es necesario corregir la relación aire-combustible de salida, etc., basándose en la desviación detectada.

<Control de aprendizaje>

Por lo tanto, en una realización de la presente invención, el control de aprendizaje se realiza durante el funcionamiento normal (es decir, cuando se realiza el control de realimentación basándose en la relación aire-combustible diana mencionada anteriormente) para compensar la desviación en la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba.

En este sentido, el período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible pobre hasta cuando la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte en el valor de referencia de cambio OEDref o mayor, se define como el período de tiempo de aumento de oxígeno (primer período de tiempo). Análogamente, el período de tiempo desde cuando la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible rica hasta cuando la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte en la relación aire-combustible que se juzga como rica o menor, se define como el período de tiempo de disminución de oxígeno (segundo período de tiempo). En el control de aprendizaje de la presente realización, como el valor absoluto del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED en el período de tiempo de aumento de oxígeno, el valor acumulativo pobre de la cantidad de oxígeno (primer valor acumulativo de la cantidad de oxígeno) se calcula. Además, como el valor absoluto del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo en el período de tiempo de disminución de oxígeno, el valor acumulativo rico de la cantidad de oxígeno (segundo valor acumulativo de la cantidad de oxígeno) se calcula. Además, la relación aire-combustible del centro de control AFR se corrige de modo que la diferencia entre el valor acumulativo pobre de la cantidad de oxígeno y el valor acumulativo rico de la cantidad de oxígeno se hace más pequeña.

Obsérvese que el valor acumulativo pobre de la cantidad de oxígeno corresponde al valor estimado de la cantidad de almacenamiento de oxígeno que se almacena en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba en el período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre hasta cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico. Por otro lado, el valor acumulativo rico de la cantidad de oxígeno corresponde al valor estimado de la cantidad liberada de oxígeno que se libera desde el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba en el período de tiempo desde cuando se intercambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico hasta cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre.

A continuación, haciendo referencia a la FIG. 10, el control de aprendizaje en la primera realización se explica. La FIG. 10 es un diagrama de tiempo de la relación aire-combustible del centro de control AFR, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED, la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo, y el valor de aprendizaje sfbg. La FIG. 10 muestra el caso, al igual que en la FIG. 9, donde la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se desvía al lado inferior (lado rico). Obsérvese que el valor de aprendizaje sfbg es un valor que cambia de acuerdo con la desviación de la relación aire-combustible de salida (corriente de salida) del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba y, en la presente realización, se usa para la corrección de la relación aire-combustible del centro de control AFR. Además, en la figura, la línea continua en la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba muestra la relación aire-combustible correspondiente a la salida detectada por la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba, mientras que la línea discontinua muestra la relación aire-combustible real del gas de escape entrante. Además, una línea de cadena de puntos muestra la relación aire-combustible diana, es decir, una relación aire-combustible correspondiente a la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC.

En el ejemplo ilustrado, del mismo modo que en la FIG. 8 y la FIG. 9, en el estado antes del tiempo t_1 , la relación aire-combustible del centro de control se ajusta a la relación aire-combustible estequiométrica y la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se ajusta a la cantidad de corrección de ajuste rico AFCrico. En este momento, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba, como se muestra mediante la línea continua, se convierte en una relación aire-combustible que corresponde a la relación aire-combustible de ajuste rico. Sin embargo, puesto que la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se desvía, la relación aire-combustible real del gas de escape se convierte en una relación aire-combustible que es más pobre que la relación aire-combustible de ajuste rico (línea discontinua en la FIG. 10). Sin embargo, en el ejemplo mostrado en la FIG. 10, como se entenderá a partir de la línea discontinua en la FIG. 10, la relación aire-combustible real del gas de escape antes del tiempo t_1 es una relación aire-combustible rica, mientras que es más pobre que la relación aire-combustible de ajuste rico. Por lo tanto, el catalizador de purificación de escape del lado aguas arriba 20 disminuye gradualmente en la cantidad de almacenamiento de oxígeno.

En el tiempo t_1 , la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación de aire-combustible que se juzga como rica AFrica. Debido a esto, como se ha explicado anteriormente, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia a la cantidad de corrección de ajuste pobre AFCpobre. Después del tiempo t_1 , la relación aire-combustible de salida del sensor de la

relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en una relación aire-combustible que corresponde a la relación aire-combustible de ajuste pobre. Sin embargo, debido a la desviación de la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba, la relación aire-combustible real del gas de escape se convierte en una relación aire-combustible que es más pobre que la relación aire-combustible de ajuste pobre, es decir, una relación aire-combustible con un mayor grado de pobreza (véase la línea discontinua en la FIG. 10). Por lo tanto, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba aumenta rápidamente.

Por otro lado, se calcula el exceso/deficiencia de oxígeno basándose en la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba (con más precisión, la diferencia entre la relación aire-combustible de salida AFarriba y la relación aire-combustible del centro de control AFR). Sin embargo, como se ha explicado anteriormente, ocurre desviación en la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba. Por lo tanto, el exceso/deficiencia de oxígeno calculado se convierte en un valor más pequeño que el exceso/deficiencia de oxígeno real (es decir, una cantidad más pequeña de oxígeno). Como resultado, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo calculado ΣOED se hace más pequeño que el valor real.

En el tiempo t_2 , el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED alcanza el valor de referencia de cambio OEDref . Por esta razón, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia a la cantidad de corrección de ajuste rico AFCrico. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana se hace la relación aire-combustible rica. En este momento, la cantidad de almacenamiento de oxígeno real OSA, como se muestra en la FIG. 10, se hace más grande que la cantidad de almacenamiento de referencia de cambio Cref.

Después del tiempo t_2 , del mismo modo que en el estado antes del tiempo t_1 , la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se hace la cantidad de corrección de ajuste rico AFCrico y por lo tanto, la relación aire-combustible diana se hace la relación aire-combustible rica. En este momento también, la relación aire-combustible real del gas de escape se convierte en una relación aire-combustible que es más pobre que la relación aire-combustible de ajuste rico. Como resultado, la velocidad de disminución de la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 se hace más lenta. Además, como se ha explicado anteriormente en el tiempo t_2 , la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace mayor que la cantidad de almacenamiento de referencia de cambio Cref. Por esta razón, se toma el tiempo hasta que la cantidad de almacenamiento de oxígeno real OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba alcanza un valor de cero.

En el tiempo t_3 , la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado de aguas abajo alcanza la relación de aire-combustible que se juzga como rica AFrica. Debido a esto, como se ha explicado anteriormente, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia a la cantidad de corrección de ajuste pobre AFCpobre. Por consiguiente, la relación aire-combustible diana se cambia de la relación aire-combustible de ajuste rico a la relación aire-combustible de ajuste pobre.

En este caso, si se hace referencia al período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible pobre (tiempo t_1) a cuando el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED alcanza el valor de referencia de cambio OEDref (tiempo t_2) como el "período de tiempo de aumento de oxígeno Tinc", en la presente realización, el valor absoluto R_1 del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de aumento de oxígeno Tinc se calcula.

El valor absoluto R_1 del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en este período de tiempo de aumento de oxígeno Tinc corresponde al valor estimado de la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA en el tiempo t_3 . Sin embargo, como se ha explicado anteriormente, el exceso/deficiencia de oxígeno se estima usando la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba, y ocurre la desviación en esta relación aire-combustible de salida AFarriba. Por esta razón, en el ejemplo mostrado en la FIG. 10, el valor absoluto R_1 del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de aumento de oxígeno Tinc desde el tiempo t_1 al tiempo t_2 se hace más pequeño que el valor que corresponde a la cantidad de almacenamiento de oxígeno real OSA en el tiempo t_2 .

Además, en la presente realización, si se hace referencia al período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible rica (tiempo t_2) a cuando la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica (tiempo t_3) como el "período de tiempo de disminución del oxígeno Tdec", en la presente realización, el valor absoluto F_1 del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de disminución de oxígeno Tdec se calcula.

El valor absoluto F_1 del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en este período de tiempo de disminución de oxígeno Tdec corresponde al valor estimado de la cantidad de liberación de oxígeno que se libera desde el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba desde el tiempo t_2 hasta el tiempo t_3 . Sin embargo, como se ha explicado anteriormente, ocurre desviación en la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba. Por lo tanto, en el ejemplo mostrado en la FIG. 10, el valor absoluto F_1 del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de disminución de oxígeno Tdec desde el

tiempo t_2 hasta el tiempo t_3 es mayor que el valor que corresponde a la cantidad de liberación de oxígeno que se libera realmente desde el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba desde el tiempo t_2 hasta el tiempo t_3 .

En este sentido, en el período de tiempo de aumento de oxígeno T_{inc} , se almacena el oxígeno en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, mientras que en el período de tiempo de disminución de oxígeno T_{dec} , el oxígeno almacenado se libera completamente. Por lo tanto, el valor absoluto R_1 del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de aumento de oxígeno T_{inc} y el valor absoluto F_1 del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de disminución de oxígeno T_{dec} debe ser básicamente el mismo valor entre sí. Sin embargo, como se ha explicado anteriormente, cuando ocurre la desviación en la relación aire-combustible de salida $A_{Farriba}$ del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba, el valor acumulativo cambia de acuerdo con la desviación. Como se ha explicado anteriormente, cuando la relación aire-combustible de salida del sensor 40 de la relación aire-combustible del lado aguas arriba se desvía al lado bajo (lado rico), el valor absoluto F_1 se hace más grande que el valor absoluto R_1 . A la inversa, cuando la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se desvía al lado alto (lado pobre), el valor absoluto F_1 se hace más pequeño que el valor absoluto R_1 . Además, la diferencia $\Delta \Sigma OED$ del valor absoluto R_1 del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de aumento de oxígeno T_{inc} y el valor absoluto F_1 del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de disminución de oxígeno T_{dec} ($=R_1-F_1$). A continuación, denominado también como el "error de exceso/deficiencia" expresa la extensión de la desviación en la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba. Cuanto mayor sea la diferencia entre estos valores absolutos R_1 y F_1 , mayor será la desviación en la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba.

Por lo tanto, en la presente realización, la relación aire-combustible del centro de control AFR se corrige basándose en el error de exceso/deficiencia $\Delta \Sigma OED$. En particular, en la presente realización, la relación aire-combustible del centro de control AFR se corrige de modo que el error del exceso/deficiencia $\Delta \Sigma OED$ se hace más pequeño.

Específicamente, en la presente realización, el valor de aprendizaje s_{fbg} se calcula mediante la siguiente fórmula (2), y la relación aire-combustible del centro de control AFR se corrige mediante la siguiente fórmula (3).

$$s_{fbg}(n) = s_{fbg}(n-1) + k_1 \cdot \Delta \Sigma OED \dots (2)$$

$$AFR = AFR_{base} + s_{fbg}(n) \dots (3)$$

Obsérvese que, en la anterior fórmula (2), "n" expresa el número de cálculos o tiempo. Por lo tanto, $s_{fbg}(n)$ es el valor calculado actual o el valor de aprendizaje actual. Además, " k_1 " en la anterior fórmula (2) es la ganancia que muestra la extensión mediante la cual el error de exceso/deficiencia $\Delta \Sigma OED$ se refleja en la relación aire-combustible del centro de control AFR. Cuanto mayor es el valor de la ganancia " k_1 ", mayor será la cantidad de corrección de la relación de aire-combustible del centro de control AFR. Además, en la anterior fórmula (3), la relación aire-combustible del centro de control base AFR_{base} es una relación aire-combustible del centro de control que se usa como base, y es la relación aire-combustible estequiométrica en la presente realización.

En el tiempo t_3 de la FIG. 10, como se ha explicado anteriormente, el valor de aprendizaje s_{fbg} se calcula basándose en los valores absolutos R_1 y F_1 . En particular, en el ejemplo mostrado en la FIG. 10, el valor absoluto F_1 del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de disminución de oxígeno T_{dec} es mayor que el valor absoluto R_1 del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de aumento de oxígeno T_{inc} , y, por lo tanto, en el tiempo t_3 , el valor de aprendizaje s_{fbg} disminuye.

En este sentido, la relación aire-combustible del centro de control AFR se corrige basándose en el valor de aprendizaje s_{fbg} usando la fórmula anterior (3). En el ejemplo mostrado en la FIG. 10, puesto que el valor de aprendizaje s_{fbg} es un valor negativo, la relación aire-combustible del centro de control AFR se convierte en un valor más pequeño que la relación aire-combustible del centro de control base AFR_{base} , es decir, el valor del lado rico. Debido a esto, la relación aire-combustible real del gas de escape entrante se corrige al lado rico.

Como resultado, después del tiempo t_3 , la desviación de la relación aire-combustible real del gas de escape entrante con respecto a la relación aire-combustible diana se hace más pequeña que antes del tiempo t_3 . Por lo tanto, como se muestra en la FIG. 10, la diferencia entre la línea discontinua que muestra la relación aire-combustible real y la línea de cadenas de puntos individuales que muestra la relación aire-combustible diana después del tiempo t_3 se hace más pequeña que la diferencia antes del tiempo t_3 .

Además, después del tiempo t_3 también, una operación similar a la operación durante el tiempo t_1 hasta el tiempo t_3 se realiza. Por lo tanto, en el tiempo t_4 , si el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED alcanza el valor de referencia de cambio OED_{ref} , la relación aire-combustible diana se cambia de la relación aire-combustible de ajuste pobre a la relación aire-combustible de ajuste rico. Después de esto, en el tiempo t_5 , cuando la relación aire-combustible de salida A_{Fabajo} del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica A_{Frica} , la relación aire-combustible diana de nuevo se cambia a la relación aire-combustible de ajuste pobre.

El tiempo desde t_3 hasta t_4 , como se ha explicado anteriormente, corresponde al período de tiempo de aumento de oxígeno T_{inc} , y por lo tanto, el valor absoluto del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED durante este período se expresa mediante R_2 de la FIG. 10. Además, el tiempo desde t_4 hasta t_5 , como se ha explicado anteriormente, corresponde al período de tiempo de disminución de oxígeno T_{dec} , y por lo tanto el valor absoluto del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED durante este período se expresa mediante F_2 de la FIG. 10. Además, el valor de aprendizaje s_{fbg} se actualiza basándose en la diferencia $\Delta \Sigma OED (= R_2 - F_2)$ de estos valores absolutos R_2 y F_2 usando la anterior fórmula (2). En la presente realización, se repite un control similar después del tiempo t_5 y por tanto el valor de aprendizaje s_{fbg} se actualiza repetidamente.

Actualizando el valor de aprendizaje s_{fbg} de esta manera mediante el control de aprendizaje, la relación aire-combustible de salida $A_{Farriba}$ del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se separa gradualmente de la relación aire-combustible diana, pero la relación aire-combustible real del gas de escape entrante se aproxima gradualmente a la relación aire-combustible diana. Debido a esto, es posible compensar la desviación en la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba.

Además, en la realización anterior, la relación aire-combustible diana se cambia antes de que la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba alcance la cantidad de oxígeno almacenable máxima $C_{m\acute{a}x}$. Por esta razón, comparado con cuando se cambia la relación aire-combustible diana después de que la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA alcance la cantidad de oxígeno almacenable máxima, es decir, después de que la relación aire-combustible de salida A_{Fabajo} del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierta en la relación aire-combustible que se juzga como pobre A_{Fpobre} o mayor, es posible aumentar la frecuencia de actualización del valor de aprendizaje. Además, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED se hace más susceptible de error cuanto más largo sea el período de tiempo de cálculo. De acuerdo con la presente realización, la relación aire-combustible se cambia antes de que la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA alcance la cantidad de oxígeno almacenable máxima $C_{m\acute{a}x}$, de modo que el período de tiempo de cálculo puede acortarse. Por esta razón, el error al calcular el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED puede hacerse más pequeño.

Obsérvese que, como se ha explicado anteriormente, el valor de aprendizaje s_{fbg} se actualiza preferiblemente basándose en el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de aumento de oxígeno T_{inc} y el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de disminución de oxígeno T_{dec} que sigue a este período de tiempo de aumento de oxígeno T_{inc} . Esto se debe a que, como se ha explicado anteriormente, la cantidad total de oxígeno almacenado en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba en el período de tiempo de aumento de oxígeno T_{inc} y la cantidad total de oxígeno liberado desde el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba en el período de tiempo de disminución de oxígeno T_{dec} que sigue directamente, se hacen iguales.

Además, en la realización anterior, el valor de aprendizaje s_{fbg} se actualiza basándose en el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en un único período de tiempo de aumento de oxígeno T_{inc} y el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en un único período de tiempo de disminución de oxígeno T_{dec} . Sin embargo, el valor de aprendizaje s_{fbg} puede actualizarse basándose en el valor total o valor promedio del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en una pluralidad de períodos de tiempo de aumento de oxígeno T_{inc} y el valor total o valor promedio del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en una pluralidad de períodos de tiempo de disminución de oxígeno T_{dec} .

Además, en la realización anterior, la relación aire-combustible del centro de control AFR se corrige basándose en el valor de aprendizaje s_{fbg} . Sin embargo, un parámetro que se corrige basándose en el valor de aprendizaje s_{fbg} puede ser otro parámetro relacionado con la relación aire-combustible. El otro parámetro, por ejemplo, incluye la cantidad de combustible alimentado al interior de la cámara de combustión 5, la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible, etc.

<Aparición de barrido>

En este sentido, si ocurre solapamiento de válvulas cuando la presión dentro del puerto de admisión 7 es mayor que la presión dentro del puerto de escape 9, ocurre un barrido en donde el aire se sopla desde el pasaje de admisión a través del cilindro hasta el pasaje de escape. Obsérvese que el "solapamiento de válvulas" significa un solapamiento parcial del período de apertura de la válvula de admisión 6 y el período de apertura de la válvula de escape 8. La ECU 31 puede controlar al menos uno cualquiera de los mecanismos de distribución de válvula variables B de la válvula de admisión 6 y el mecanismo de distribución de válvula variable C de la válvula de escape 8 para provocar el solapamiento de válvulas. Específicamente, el solapamiento de las válvulas está provocado por al menos uno cualquiera de provocar que la distribución de apertura de la válvula de admisión 6 avance y provocar que la distribución de cierre de la válvula de escape 8 se retarde.

Cuando la cantidad de aire de admisión es insuficiente para la demanda del par de torsión, se usa el barrido. Provocando el barrido, la cantidad de gas de escape que se barre aumenta y la velocidad de la turbina 102 del

turbocompresor 101 se eleva. Como resultado, la presión del aire de admisión se eleva y la cantidad de aire de admisión se hace que aumente.

<Problema del control de la relación aire-combustible durante la aparición de barrido>

5

Como se ha explicado anteriormente, en la presente realización, la cantidad de combustible que se alimenta a la cámara de combustión 5 está controlada por realimentación de modo que la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en la relación aire-combustible diana. Además, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED se calcula basándose en la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba y la relación aire-combustible diana se ajusta basándose en el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED. Obsérvese que, durante la aparición del barrido, la cantidad de combustible alimentado a la cámara de combustión 5 se controla por realimentación de modo que la relación aire-combustible promedio del gas de escape entrante, incluyendo el aire que se sopla desde el pasaje de admisión a través del cilindro hasta el pasaje de escape, se convierte en la relación aire-combustible diana.

Sin embargo, si ocurre barrido, el aire en el cilindro disminuye, de modo que la relación aire-combustible de combustión en el cilindro se hace más rica. Si la cantidad de barrido es grande y el grado de barrido de la relación aire-combustible de combustión se hace alto, la concentración de hidrógeno en el gas de escape se hace mayor. Si el gas de escape contiene hidrógeno, la diferencia en la difusión de gas entre el hidrógeno con su velocidad de difusión más rápida y los otros componentes de escape provoca que el hidrógeno alcance la superficie del electrodo en primer lugar mediante la capa de regulación de la difusión 54 del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba. Como resultado, la superficie del electrodo del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en una atmósfera rica y la salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se desvía hacia el lado rico. Si la relación aire-combustible se controla basándose en la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba y que se desvía al lado rico, la relación aire-combustible de combustión real en el cilindro se hace más pobre que la relación aire-combustible diana. Como resultado, la eficiencia de retirada del gas no quemado etc. en los catalizadores de purificación de escape 20, 24 falla y las emisiones de escape son susceptibles de deteriorarse.

Por otro lado, el hidrógeno en el gas de escape que se produce en grandes cantidades durante la aparición de barrido se retira por oxidación en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, de modo que el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo no se ve afectado mucho por todo este hidrógeno. Por lo tanto, en la presente realización, el dispositivo de control de la relación aire-combustible del motor de combustión interna 100 ajusta la relación aire-combustible diana del escape entrante basándose en la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo y controla la cantidad de combustible alimentado a la cámara de combustión 5 por realimentación de modo que la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba coincide con la relación aire-combustible diana cuando la cantidad de purga del aire que se sopla desde el pasaje de admisión a través de un cilindro hasta el pasaje de escape, es decir la cantidad de barrido, se hace mayor que una cantidad de purga de referencia, y ajusta la relación aire-combustible diana del escape entrante basándose en la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo y, sin realizar control de realimentación, alimenta la cantidad de combustible que se calcula a partir de la relación aire-combustible diana a una cámara de combustión 5 cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia.

En la presente realización, cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia, el control de realimentación basado en la relación aire-combustible que se detecta mediante el sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se detiene de modo que es posible mantener la relación aire-combustible real del gas de escape entrante que se haga más pobre que la relación aire-combustible diana durante el barrido. Además, el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo, del mismo modo que el sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba, como se entenderá a partir de la FIG. 7, puede detectar de forma continua (lineal) y precisa la relación aire-combustible. Por esta razón, en la presente realización, es posible ajustar adecuadamente la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante basándose en la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo, que es resistente a los efectos del hidrógeno incluso durante la aparición de barrido. Por lo tanto, es posible suprimir el deterioro de las emisiones de escape junto con la aparición del barrido.

Además, el control de aprendizaje mencionado anteriormente tiene como su objeto compensar la desviación regular entre la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba y la relación aire-combustible real del gas de escape entrante que ocurre debido al deterioro del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba etc. Por esta razón, como se muestra en la FIG. 10, en el control de aprendizaje, la desviación en la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se hace gradualmente más pequeña actualizando el valor de aprendizaje de modo que el control de la relación

aire-combustible no se altera por la desviación esporádica de la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba. Además, si se actualiza el valor de aprendizaje durante la aparición de barrido, en ocasiones la relación aire-combustible del gas de escape entrante después de la aparición de barrido termina en gran medida desviada de la relación aire-combustible diana.

5 Por lo tanto, en la presente realización, el dispositivo de control de la relación aire-combustible calcula una cantidad de oxígeno que se almacena en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba en el período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana hasta la relación aire-combustible de ajuste pobre hasta cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico, lo que constituye una primera cantidad de oxígeno, y una cantidad de oxígeno que se libera desde el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba en el período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico hasta cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre, lo que constituye una segunda cantidad de oxígeno, basada en la relación aire-combustible que se detectó por el sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba. El dispositivo de control de la relación aire-combustible actualiza un valor de aprendizaje basado en la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de oxígeno, y corrige un parámetro relacionado con la relación aire-combustible basado en el valor de aprendizaje actualizado de modo que la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de oxígeno se hace más pequeña cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor y, sin actualizar el valor de aprendizaje, corrige el parámetro relacionado con la relación aire-combustible basado en el valor de aprendizaje actual cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia. En la presente realización, es posible suprimir el deterioro de las emisiones de escape que acompañan a la aparición de barrido impidiendo la actualización del valor de aprendizaje cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia.

<Rutina de control del control de la relación aire-combustible>

25 La FIG. 11 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control del control de la relación aire-combustible en una primera realización de la presente invención. La rutina de control ilustrada se realiza por interrupción a ciertos intervalos de tiempo.

En primer lugar, en la etapa S101, la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante se adquiere. Obsérvese que la relación aire-combustible diana se ajusta al procesamiento explicado anteriormente para ajustar una relación aire-combustible diana. A continuación, en la etapa S102, se calcula la cantidad de aire de admisión IA. La cantidad de aire de admisión IA se calcula por ejemplo a partir de la salida del caudalímetro de aire 16. A continuación, en la etapa S103, se calcula la cantidad de inyección de combustible básico. La cantidad de inyección de combustible básico BFI se calcula, por ejemplo, mediante la siguiente fórmula (4) basada en la relación aire-combustible diana TAF y la cantidad de aire de admisión IA.

$$\text{BFI} = \text{IA}/\text{TAF} \dots (4)$$

35 A continuación, en la etapa S104, se juzga si un marcador de juicio de barrido Fs se ha ajustado a cero. El marcador de juicio de barrido Fs es un marcador que se ajusta en un procesamiento de juicio de barrido que se explica posteriormente. Se ajusta a cero cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor, mientras que se ajusta a "1" cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia. Si se juzga que el marcador de juicio de barrido Fs se ajusta, la rutina procede a la etapa S105.

40 En la etapa S105, se permite el control de realimentación principal. Específicamente, el control de realimentación para controlar la cantidad de combustible que se alimenta a una cámara de combustión 5 de modo que la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba coincide con la relación aire-combustible diana se permite. Debido al control de realimentación, la cantidad de inyección de combustible básica que se calculó en la etapa S103 se corrige. Debido a esto, cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor, es posible hacer que la relación aire-combustible del gas de escape entrante se aproxime a la relación aire-combustible diana basándose en la salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba.

A continuación, en la etapa S106, se permite actualizar el valor de aprendizaje. Específicamente, se permite que la cantidad de oxígeno que se almacena en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba en el período de tiempo desde cuando la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste pobre hasta cuando la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste rico, que constituye la primera cantidad de oxígeno, y la cantidad de oxígeno que se libera desde el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba en el período de tiempo desde cuando la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste rico hasta cuando la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste pobre, que constituye la segunda cantidad de oxígeno, se calculen basándose en la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas arriba 40 y el valor de aprendizaje se actualiza basándose en la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de oxígeno. Un parámetro relacionado con la relación aire-combustible se corrige basándose en el valor de aprendizaje actualizado de modo que la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de

oxígeno se hace más pequeña. Debido a esto, incluso aunque ocurra desviación entre la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba y la relación aire-combustible real del gas de escape entrante, esta desviación puede disminuir. Basándose en la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba, la relación aire-combustible del gas de escape entrante puede hacerse que sea aproximada a la relación aire-combustible diana. Después de la etapa S106, se termina la presente rutina de control.

Por otro lado, cuando, en la etapa S104 se juzga que el marcador de juicio de barrido Fs se ha ajustado a "1", la rutina procede a la etapa S107. En la etapa S107, se prohíbe el control de realimentación principal. Específicamente, la cantidad de combustible que se alimenta a una cámara de combustión 5 que se va a controlar por realimentación de modo que la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba coincide con la relación aire-combustible diana se prohíbe y el combustible de la cantidad de inyección de combustible básica que se calcula en la etapa S103 se alimenta a la cámara de combustión 5. Debido a esto, es posible mantener la relación aire-combustible real del gas de escape entrante que se haga más pobre que la relación aire-combustible diana durante la aparición de barrido. Como resultado, es posible suprimir el deterioro de las emisiones de escape que acompañan la aparición de barrido.

A continuación, en la etapa S108, se prohíbe la actualización del valor de aprendizaje. Específicamente, actualizar el valor de aprendizaje basado en la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de oxígeno está prohibido, y un parámetro relacionado con la relación de aire-combustible se corrige basándose en el valor de aprendizaje actual. Debido a esto, es posible suprimir el deterioro de las emisiones de escape que acompañan la aparición de barrido. Después de la etapa S108, se termina la presente rutina de control.

<Procesamiento para ajustar la relación aire-combustible diana>

En la primera realización, el dispositivo de control de la relación aire-combustible ajusta alternativamente la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante a una relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico que es más rica que la relación aire-combustible estequiométrica y una relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre que es más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica.

Además, el dispositivo de control de la relación aire-combustible, en el control rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre cuando la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga como rica que es más rica que la relación aire-combustible estequiométrica y, en el control pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba ha alcanzado una cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia que es más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima. En este caso, la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se calcula basándose en la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba cuando la cantidad de barrido es una cantidad de purga de referencia o menor, y se calcula basándose en la relación aire-combustible diana actual cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia.

Obsérvese que, el dispositivo de control de la relación aire-combustible en el control pobre, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico cuando la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible de juicio pobre si la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible de juicio pobre que es más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica antes de que se estime que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba ha alcanzado la cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia.

La FIG. 12 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control del procesamiento para ajustar una relación aire-combustible diana en una primera realización de la presente invención. La rutina de control ilustrada se realiza por interrupción a ciertos intervalos de tiempo.

En primer lugar, en la etapa S201, se adquiere la cantidad de inyección de combustible Qi. A continuación, en la etapa S202, se juzga si un marcador de juicio de barrido Fs se ajusta a cero. El marcador de juicio de barrido Fs es un marcador que se ajusta en un procesamiento de juicio de barrido que se explica posteriormente. Se ajusta a cero cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor, mientras que se ajusta a "1", cuando la cantidad del barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia. Si se juzga que el marcador de juicio de barrido Fs se ajusta a cero, la rutina procede a la etapa S203.

En la etapa S203, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se adquiere. A continuación, en la etapa S204, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba aumenta mediante el exceso/deficiencia de oxígeno

real OED. El exceso/deficiencia de oxígeno real OED se calcula mediante la anterior fórmula (1) basándose en la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba etc. Después de la etapa S204, la presente rutina de control continúa a la etapa S207.

5 Por otro lado, si, en la etapa S202, se juzga que el marcador de juicio de barrido Fs se ajusta a "1", la rutina transcurre a la etapa S205. En la etapa S205, la relación aire-combustible diana actual TAF del gas de escape entrante se adquiere. A continuación, en la etapa S206, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba aumenta mediante el exceso/deficiencia de oxígeno actual OED. El exceso/deficiencia de oxígeno actual OED se calcula mediante la siguiente fórmula (6) basándose en la relación aire-combustible diana actual TAF del gas de escape entrante etc.

10 $OED = 0,23X (TAF-AFR) XQi \dots (6)$

En este caso, 0,23 es la concentración de oxígeno en el aire, Qi es la cantidad de inyección de combustible y AFR es la relación aire-combustible que forma el centro de control (en la presente realización, relación aire-combustible estequiométrica (14,6)). Después de la etapa S206, la presente rutina de control transcurre a la etapa S207.

15 En la etapa S207, la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado de aguas abajo se adquiere. A continuación, en la etapa S208, se juzga si el marcador de ajuste pobre Fr se ajusta a cero. Obsérvese que el marcador de ajuste pobre Fr es un marcador que se ajusta a "1" si la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre y se ajusta a cero si la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico. Cuando, en la etapa S207, se juzga que el
20 marcador de ajuste pobre Fr se ajusta a cero, es decir, cuando la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico, la rutina transcurre a la etapa S209.

En la etapa S209, se juzga si la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es máximamente igual a la relación aire-combustible que se juzga como rica predeterminada AFrica. La relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica es una relación aire-combustible predeterminada que es ligeramente más rica que la relación aire-combustible estequiométrica (por ejemplo, 14,55).

25 En la etapa S209, cuando se juzga que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es mayor que la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica, se termina la presente rutina de control. En este caso, la relación aire-combustible diana TAF se mantiene en la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico.

30 Por otro lado, en la etapa S209, cuando se juzga que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica o menor, es decir, cuando la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado de aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica, la rutina transcurre a la etapa S210. En la etapa S210, la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se cambia de la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico a la
35 relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre. La relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre es una relación aire-combustible predeterminada que es más pobre en una cierta extensión que la relación aire-combustible estequiométrica. Por ejemplo, se hace de 14,65 a 20, preferiblemente de 14,68 a 18, más preferiblemente de 14,7 a 16 o similares.

40 Después de la etapa S210, en la etapa S211, el marcador de ajuste pobre Fr se ajusta a "1". A continuación, en la etapa S212, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED se reinicializa y se hace cero. Después de esto, se finaliza la presente rutina de control.

Por otro lado, en la etapa S208, cuando se juzga que el marcador de ajuste pobre Fr se ajusta a "1", es decir, cuando la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación de aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre, la rutina transcurre a la etapa S213.

45 En la etapa S213, se juzga si la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es al menos igual a la relación aire-combustible que se juzga como pobre predeterminada AFpobre. La relación aire-combustible que se juzga como pobre AFpobre es una relación aire-combustible predeterminada que es ligeramente más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica (por ejemplo, 14,65).

50 En la etapa S213, cuando se juzga que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es más pequeña que la relación aire-combustible que se juzga como pobre AFpobre, la rutina transcurre a la etapa S214. En la etapa S214 se juzga si el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es al menos igual que el valor de referencia de cambio predeterminado OEDref. En la etapa S214, cuando se juzga que el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es más pequeño que el valor de
55 referencia de cambio OEDref, la presente rutina de control se termina. En este caso, la relación aire-combustible diana TAF se mantiene en la relación de aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre.

Por otro lado, en la etapa S214, cuando se juzga que el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es el valor de referencia de cambio OEDref o mayor, es decir, cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba ha alcanzado una cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia que es más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima, la rutina transcurre a la etapa S215. En la etapa S215, la relación aire-combustible TAF diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se cambia desde la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico. A continuación, en la etapa S216, el marcador de ajuste pobre Fr se ajusta a cero. A continuación, en la etapa S212, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se reinicializa y se hace cero. Después de esto, se finaliza la presente rutina de control.

Por otro lado, en la etapa S213, cuando se juzga que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado de aguas abajo es la relación aire-combustible que se juzga como pobre AFpobre o mayor, es decir, cuando la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado de aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como pobre AFpobre, la rutina transcurre en la etapa S215. En la etapa S215, la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se cambia de la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico.

Obsérvese que, en el control de la relación aire-combustible ordinario, la relación aire-combustible diana TAF se cambia de la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico cuando el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba alcanza el valor de referencia de cambio OEDref. Sin embargo, si ocurre desviación entre la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba que se estima a partir del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, y la cantidad de almacenamiento de oxígeno real del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, en ocasiones la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanzará la relación aire-combustible que se juzga como pobre AFpobre antes de que el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba alcance el valor de referencia de cambio OEDref. En este caso, la relación aire-combustible diana TAF se cambia desde la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico cuando la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como pobre AFpobre. Debido a esto, incluso cuando ocurre desviación entre la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas abajo que se estima a partir del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, y la cantidad de almacenamiento real del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, es posible suprimir de forma más fiable el deterioro de las emisiones de escape, en particular, el deterioro de las emisiones de escape que acompañan la aparición de barrido.

<Procesamiento de juicio de barrido>

La FIG. 13 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control del procesamiento del juicio de barrido en la primera realización de la presente invención. La rutina de control ilustrada se realiza por interrupción a ciertos intervalos de tiempo.

En primer lugar, en la etapa S301, la cantidad de barrido SBA se calcula. La cantidad de barrido SBA se calcula, por ejemplo, basándose en la cantidad de solapamiento de válvulas de la válvula de admisión 6 y la válvula de escape 8, y la presión diferencial de la presión de admisión y la presión de escape. La cantidad de solapamiento de válvulas se calcula, por ejemplo basándose en la distribución de cierre de la válvula de escape 8 que se cambia controlando el mecanismo de distribución de válvulas variable C y la distribución de apertura de la válvula de admisión 6 que se cambia controlando el mecanismo de distribución de válvula variable B.

La presión de admisión, por ejemplo se detecta directamente por el sensor 50 de presión de sobrealimentación o se calcula por cálculos de modelo conocidos basándose en la salida del sensor de la temperatura de admisión que se proporciona en el pasaje de admisión en el lado aguas abajo de la válvula de mariposa 18, la salida del caudalímetro de aire 16, el grado de apertura de la válvula de mariposa 18 etc. La presión de escape puede detectarse, por ejemplo directamente por un sensor de presión de escape que se proporciona en el colector de escape 19 o puede calcularse basándose en un mapa que se muestra como una función de la velocidad del motor y la presión de admisión. Específicamente, en el mapa, la presión de escape se muestra como que se hace más alta a medida que aumenta la velocidad del motor, y se muestra que se hace más alta a medida que aumenta la presión de admisión.

Además, la cantidad de barrido SBA puede calcularse basándose en el mapa que se muestra como una función de la cantidad de solapamiento de válvula y la presión diferencial de la presión de admisión y la presión de escape. Específicamente, en el mapa, la cantidad de barrido SBA se muestra como que es mayor que la cantidad más grande de solapamiento de las válvulas y se muestra como que es mayor que la presión diferencial más grande entre la presión de admisión y la presión de escape.

A continuación, en la etapa S302, se juzga si la cantidad de barrido SBA que se calculó en la etapa S301 es una cantidad de purga de referencia predeterminada BAref o menor. Cuando se juzga que la cantidad de barrido SBA es la cantidad de purga de referencia BAref o menor, la rutina transcurre a la etapa S303. En la etapa S303, el marcador de juicio de barrido Fs se ajusta a cero. Después de esto, se finaliza la presente rutina de control. La cantidad de purga de referencia BAref se hace un valor de límite superior de la cantidad donde la aparición de barrido no provocará que la salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se desvíe hacia el lado rico. Obsérvese que la cantidad de purga de referencia BAref también puede ser cero. Haciendo que la cantidad de purga de referencia BAref sea cero, es posible suprimir de forma más fiable el deterioro de las emisiones de escape junto con la aparición de barrido.

Por otro lado, en la etapa S302, cuando se juzga que la cantidad de barrido SBA es mayor que la cantidad de purga de referencia BAref, la rutina transcurre a la etapa S304. En la etapa S304, el marcador de juicio de barrido Fs se ajusta a "1". Después de esto, finaliza la presente rutina de control.

<Segunda forma de realización>

A continuación, haciendo referencia a la FIG. 14 a la FIG. 17, se explicará una segunda realización de la presente invención. Obsérvese que la configuración y control del motor de combustión interna de la segunda realización son básicamente similares a las del motor de combustión interna de la primera realización, por lo que en la siguiente explicación, se explicarán principalmente las partes diferentes con respecto a la primera realización.

En la segunda realización, el dispositivo de control de la relación aire-combustible ajusta la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante a uno cualquiera de la relación aire-combustible de ajuste rico que es más rica que la relación aire-combustible estequiométrica, una relación aire-combustible de ajuste débilmente rico que es más rica que la relación aire-combustible estequiométrica pero más cercana a la relación aire-combustible estequiométrica que la relación aire-combustible de ajuste rico, una relación aire-combustible pobre que es más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica y una relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre que es más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica y más cercana a la relación aire-combustible estequiométrica que la relación aire-combustible de ajuste pobre.

Además, el dispositivo de control de la relación aire-combustible, en el que el control rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a una relación aire-combustible de ajuste rico, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba ha alcanzado una primera cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia que es más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima. El dispositivo de control de la relación aire-combustible, en el control débilmente rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible que fue detectada por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica. El dispositivo de control de la relación aire-combustible, en el control pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba ha alcanzado una segunda cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia que es más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima. El dispositivo de control de la relación aire-combustible, en el control débilmente pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible que fue detectada por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo ha alcanzado la relación aire-combustible que se juzga como pobre.

En este caso, la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se calcula basándose en la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor, y se calcula basándose en la relación aire-combustible diana actual cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia.

Obsérvese que el dispositivo de control de la relación aire-combustible, en el control rico, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre cuando la relación aire-combustible que es detectada por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica si la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica antes de que se estime que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba haya alcanzado la primera cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia. El dispositivo de control de la relación aire-combustible, en el control pobre, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico cuando la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como pobre si la relación aire-combustible que se detecta por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que

se juzga como pobre antes de que se estime que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba haya alcanzado la segunda cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia.

<Explicación del control usando diagramas de tiempo>

5 Haciendo referencia a la FIG. 14, se explicará específicamente la operación mencionada anteriormente. La FIG. 14 es un diagrama de tiempo de la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED y la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo, en el caso de realizar un control de la relación aire-combustible básico mediante el dispositivo de control de la relación aire-combustible de un motor de combustión interna de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

15 En el ejemplo ilustrado, en el estado antes del tiempo t_1 , la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se ajusta a la cantidad de corrección de ajuste débilmente rico AFCsrico (correspondiente a una relación aire-combustible de ajuste débilmente rico). Es decir, la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible rica. Junto con esto, la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en la relación aire-combustible rica. El gas no quemado, que está contenido en el gas de escape entrante, se purifica mediante el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba. Junto con esto, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba disminuye gradualmente. Por otro lado, debido a la purificación en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, el gas de escape saliente no contiene gas no quemado y, por lo tanto, la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte sustancialmente en la relación aire-combustible estequiométrica.

25 Si la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba disminuye gradualmente, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA se aproxima a cero en el tiempo t_1 . Junto con esto, parte del gas no quemado que fluye dentro del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba empieza a fluir fuera sin ser purificado por el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba. Debido a esto, después del tiempo t_1 , la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo cae gradualmente. Como resultado, en el ejemplo ilustrado, en el tiempo t_2 , la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA se hace sustancialmente cero y la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica.

35 En la presente realización, cuando la relación aire-combustible de salida AFabajo de los sensores de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte en la relación aire-combustible que se juzga como rica AFCrica o menor, para hacer que la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA aumente, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia a la cantidad de corrección de ajuste pobre AFCpobre (correspondiente a la relación aire-combustible de ajuste pobre). Por lo tanto, la relación aire-combustible diana se cambia desde la relación aire-combustible rica a la relación aire-combustible pobre.

40 Si se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible pobre en el tiempo t_2 , la relación aire-combustible del gas de escape entrante cambia desde la relación aire-combustible rica hasta la relación aire-combustible pobre. Además, junto con esto, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en la relación aire-combustible pobre. Después de que la relación aire-combustible del gas de escape entrante cambie a la relación aire-combustible pobre en el tiempo t_2 , la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba aumenta.

45 Si la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba aumenta de esta manera, la relación aire-combustible del gas de escape saliente cambia hacia la relación aire-combustible estequiométrica. En el ejemplo mostrado en la FIG. 14, en el tiempo t_3 , el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace más grande que un valor de referencia de cambio débilmente pobre OEDpobre. Esto significa que la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se ha hecho más grande en una cierta extensión.

55 Por lo tanto, en la presente realización, cuando el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace más grande que el valor de referencia de cambio débilmente pobre OEDpobre, es decir, cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace más grande que una cantidad de almacenamiento de referencia de cambio débilmente pobre, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia a la cantidad de corrección de ajuste débilmente pobre AFCspobre (correspondiente a una relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre). Por lo tanto, en el tiempo t_3 , el grado de pobreza de la relación aire-combustible diana cae. A continuación, el tiempo t_3 se denominará como la "temporización de cambio de grado pobre".

En la temporización de cambio del grado pobre del tiempo t_3 , si se cambia la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC a la cantidad de corrección de ajuste débilmente pobre AFCspobre, el grado pobre del gas de escape que fluye hacia el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba también se hace más pequeño. Junto con esto, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se hace más pequeño y la velocidad de aumento de la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba cae.

Después del tiempo t_3 , la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba aumenta gradualmente, aunque la velocidad de aumento es lenta. Si la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba aumenta gradualmente, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA finalmente se aproximará a la cantidad de oxígeno almacenable máxima $C_{m\acute{a}x}$. Si en el tiempo t_4 , la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA se aproxima a la cantidad de oxígeno almacenable máxima $C_{m\acute{a}x}$, parte del oxígeno que fluye hacia el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba empezará a fluir fuera sin quedar almacenado en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba. Debido a esto, la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado de aguas abajo aumentará gradualmente. Como resultado, en el ejemplo ilustrado, en el tiempo t_5 , la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA alcanza la cantidad de oxígeno almacenable máxima $C_{m\acute{a}x}$ y la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como pobre AFPobre.

En la presente realización, si la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte en la relación aire-combustible que se juzga como pobre AFPobre o mayor, la cantidad de corrección de la relación AFC se cambia a la cantidad de corrección de ajuste rico AFCrico para hacer que la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA disminuya. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana se cambia desde la relación aire-combustible pobre a la relación aire-combustible rica.

Si, en el tiempo t_5 , la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible rica, la relación aire-combustible del gas de escape entrante cambia de la relación aire-combustible pobre a la relación aire-combustible rica. Además, junto con esto, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en la relación aire-combustible rica. Si, en el tiempo t_5 , la relación aire-combustible del gas de escape entrante cambia a la relación aire-combustible rica, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba disminuye.

Si la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba disminuye de esta manera, la relación aire-combustible del gas de escape que fluye fuera del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba cambia hacia la relación aire-combustible estequiométrica. En el ejemplo mostrado en la FIG. 5, en el tiempo t_6 , el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace más pequeño que un valor de referencia de cambio débilmente rico OEDrico. Esto significa que la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace más pequeña en una cierta extensión.

Por lo tanto, en la presente realización, cuando el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace más pequeño que el valor de referencia de cambio débilmente rico OEDrico, es decir, cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se hace más pequeña que una cantidad de almacenamiento de referencia de cambio débilmente rica Crica, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia de la cantidad de corrección de ajuste rico AFCrico a la cantidad de corrección de ajuste débilmente rico AFCsrico (correspondiente a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico).

Si, en el tiempo t_6 , la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia a la cantidad de corrección de ajuste débilmente rico AFCsrico, el grado rico de la relación aire-combustible del gas que fluye dentro del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba también se hace más pequeño. Junto con esto, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba aumenta y la velocidad de disminución de la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba cae.

Después del tiempo t_6 , la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape del lado aguas arriba 20 disminuye gradualmente, aunque la velocidad de disminución es lenta. Si la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba disminuye gradualmente, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA finalmente se aproxima a cero en el tiempo t_7 de la misma manera que el tiempo t_1 y disminuye a C_{dwnlim} de la FIG. 4. Después, en el tiempo t_8 , del mismo modo que en el tiempo t_2 , la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible juzgada como rica AFrica. Después de esto, una operación similar a la operación de los tiempos t_1 a t_6 se repite.

Además, en la presente realización, aunque el ciclo mencionado anteriormente de los tiempos t_1 a t_5 se repite, la cantidad de combustible que se alimenta a la cámara de combustión 5 se controla por realimentación de modo que la

relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en la relación aire-combustible diana. Por ejemplo, cuando la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba es menor que la relación aire-combustible diana (es rica), la cantidad de combustible que se alimenta a la cámara de combustión 5 se hace más pequeña. Por otro lado, cuando la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba es mayor que la relación aire-combustible diana (es pobre), la cantidad de combustible que se alimenta a la cámara de combustión 5 se hace mayor.

Como se ha explicado en la primera realización, si ocurre desviación entre la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba y la relación aire-combustible real del gas de escape entrante, incluso aunque se realice el control de la relación aire-combustible anterior, las emisiones de escape son susceptibles de deterioro. Por lo tanto, en la segunda realización también, del mismo modo que en la primera realización, se realiza control de aprendizaje durante la operación normal para compensar la desviación en la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba. En el control de aprendizaje en la segunda realización, el valor de aprendizaje sfbg se actualiza usando la anterior fórmula (2) basada en la diferencia $\Delta\Sigma\text{OED}$ (por ejemplo, R_1-F_1) entre el valor absoluto del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de aumento de oxígeno T_{inc} (por ejemplo, R_1 en la FIG. 14) y el valor absoluto del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de disminución de oxígeno T_{dec} (por ejemplo, F_1 en la FIG. 14). El control de aprendizaje en la segunda realización es similar al control de aprendizaje en la primera realización, de modo que se omitirá su explicación.

En este sentido, como se ha explicado en la primera realización, si se provoca barrido, las emisiones de escape son susceptibles de deterioro. Por lo tanto, en la segunda realización también, del mismo modo que en la primera realización, la rutina de control del control de la relación aire-combustible que se muestra en la FIG. 11 se realiza de modo que se suprima el deterioro de las emisiones de escape junto con la aparición de barrido. Además, del mismo modo que en la primera realización, la rutina de control del procesamiento de juicio de barrido que se muestra en la FIG. 13 se realiza para juzgar si la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor.

<Procesamiento para ajustar la relación aire-combustible diana>

La FIG. 15 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de procesamiento para ajustar una relación aire-combustible diana en la segunda realización de la presente invención. La rutina de control ilustrada se realiza por interrupción a ciertos intervalos de tiempo. Las etapas S401 a S407 en la FIG. 15 son similares a la etapa S201 a la etapa S207 en la FIG. 12, por lo que se omitirá su explicación.

Después de la etapa S407, en la etapa S408, se juzga si el marcador de ajuste pobre Fr está ajustado a cero. Obsérvese que el marcador de ajuste pobre Fr es un marcador que se ajusta a "1" cuando la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre y se ajusta a cero cuando la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico.

En la etapa S408, cuando se juzga que el marcador de ajuste pobre Fr está ajustado a "1", es decir, cuando la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre o la relación de aire-combustible de ajuste débilmente pobre TAFspobre, la rutina transcurre a la etapa S410. En la etapa S410, el último procesamiento explicado para ajustar una relación aire-combustible diana en el tiempo de la corrección pobre se realiza. Por otro lado, en la etapa S408, cuando se juzga que el marcador de ajuste pobre Fr está ajustado a cero, es decir, cuando la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico o la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico TAFsrico, la rutina transcurre a la etapa S409. En la etapa S409, se realiza el último procesamiento explicado para ajustar una relación aire-combustible diana en el tiempo de la corrección rica.

La FIG. 16 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control del procesamiento para ajustar una relación aire-combustible diana en el tiempo de la corrección rica en la segunda realización de la presente invención.

En primer lugar, en la etapa S501, se juzga si la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es máximamente igual a la relación aire-combustible juzgada como rica predeterminada AFrica. La relación aire-combustible juzgada como rica AFrica es una relación aire-combustible predeterminada que es ligeramente más rica que la relación aire-combustible estequiométrica (por ejemplo 14,55).

En la etapa S501, cuando se juzga que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es mayor que la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica, la rutina transcurre a la etapa S502. En la etapa S502, se juzga si el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es máximamente igual a un valor de referencia de cambio débilmente rico predeterminado OED_{rico} o menor. En la etapa S502, cuando se juzga que el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es mayor que el valor de referencia de cambio débilmente rico OED_{rico} , se finaliza la presente rutina de control. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se mantiene en la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico.

Por otro lado, en la etapa S502, cuando se juzga que el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es el valor de referencia de cambio débilmente rico OEDrico o menor, es decir, cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba ha alcanzado una primera cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia que es más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima, la rutina transcurre a la etapa S503. En la etapa S503, la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico TAFsrico. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se cambia de la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico TAFsrico o se mantiene a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico TAFsrico. La relación aire-combustible de ajuste débilmente rico TAFsrico es una relación aire-combustible rica con un menor grado de riqueza que la relación de aire-combustible de ajuste rico TAFrico (menor diferencia con respecto a la relación aire-combustible estequiométrica). Por ejemplo, se hace de 13,5 a 14,58, preferiblemente de 14 a 14,57, más preferiblemente de 14,3 a 14,55 o similar. Después de esto, se finaliza la presente rutina de control.

Por otro lado, en la etapa S501, cuando se juzga que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica o menor, es decir, cuando la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica, la rutina transcurre a la etapa S504. En la etapa S504, la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se cambia de la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico TAFsrico o la relación de aire-combustible de ajuste rico TAFrico a la relación de aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre. La relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre es una relación aire-combustible predeterminada que es más pobre en una cierta extensión que la relación aire-combustible estequiométrica (relación aire-combustible que forma el centro de control). Por ejemplo, se hace de 14,65 a 20, preferiblemente de 14,65 a 18, más preferiblemente de 14,65 a 16 o similares.

Obsérvese que, en un control de la relación aire-combustible normal, la relación aire-combustible diana TAF se cambia de la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico TAFsrico a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre. Sin embargo, si ocurre desviación entre la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba que se estima a partir del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba y la cantidad de almacenamiento de oxígeno real del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, en ocasiones la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica antes de que el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba alcance el valor de referencia de cambio débilmente rico OEDrico. En este caso, la relación aire-combustible diana TAF se cambia directamente de la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre. Debido a esto, incluso aunque ocurra desviación entre la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba que se estima a partir del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba y la cantidad de almacenamiento de oxígeno real del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, es posible suprimir de forma más fiable el deterioro de las emisiones de escape, en particular, el deterioro de las emisiones de escape que acompañan al barrido.

Después de la etapa S504, en la etapa S505, el marcador de ajuste pobre Fr se ajusta a "1". A continuación, en la etapa S506, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se reinicializa y se hace cero. Después de esto, se finaliza la presente rutina de control.

La FIG. 17 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de procesamiento para ajustar una relación aire-combustible diana en el momento de la corrección pobre en la segunda realización de la presente invención.

En primer lugar, en la etapa S601, se juzga si la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es al menos igual a la relación aire-combustible juzgada como pobre predeterminada AFpobre. La relación aire-combustible juzgada como pobre AFpobre es una relación aire-combustible predeterminada que es ligeramente más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica (por ejemplo, 14,65).

En la etapa S601, cuando se juzga que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es más pequeña que la relación aire-combustible juzgada como pobre AFpobre, la rutina transcurre a la etapa S602. En la etapa S602 se juzga si el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es al menos igual a un valor de referencia de cambio débilmente pobre predeterminado OEDpobre. En la etapa S602, cuando se juzga que el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es más pequeña que el valor de referencia de cambio débilmente pobre OEDpobre, finaliza la presente rutina de control. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se mantiene a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre.

Por otro lado, en la etapa S602, cuando se juzga que el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba es el valor de referencia de cambio débilmente pobre OEDpobre o mayor, es decir, cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de

purificación de escape 20 del lado aguas arriba alcanza la segunda cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia que es más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima, la rutina transcurre a la etapa S603. En la etapa S603, la relación aire-combustible diana TAF es la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre TAFspobre. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se cambia de la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre TAFspobre o se mantiene a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre TAFspobre. La relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre TAFspobre es una relación aire-combustible pobre con un menor grado de pobreza que la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre (menor diferencia con respecto a la relación aire-combustible estequiométrica). Por ejemplo, se hace de 14,62 a 15,7, preferiblemente de 14,63 a 15,2, más preferiblemente de 14,65 a 14,9 o similares. Después de esto, se finaliza la presente rutina de control.

Por otro lado, en la etapa S601, cuando se juzga que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es la relación aire-combustible que se juzga como pobre AFpobre o mayor, es decir, cuando la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como pobre AFpobre, la rutina transcurre a la etapa S604. En la etapa S604, la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se cambia de la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre TAFspobre o la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico. La relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico es una relación aire-combustible predeterminada que es más rica en una cierta extensión con respecto a la relación aire-combustible estequiométrica (relación aire-combustible que forma el centro de control). Por ejemplo, se hace de 10 a 14,55, preferiblemente de 12 a 14,52, más preferiblemente de 13 a 14,5 o similares.

Obsérvese que, en el control de la relación aire-combustible normal, la relación aire-combustible diana TAF se cambia de la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre TAFspobre hasta la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico. Sin embargo, si ocurre desviación entre la cantidad de almacenamiento de oxígeno de catalizador de purificación de escape del lado aguas arriba 20 que se estima a partir del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba y la cantidad de almacenamiento de oxígeno real del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, en ocasiones la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanzará la relación aire-combustible que se juzga como pobre AFpobre antes de que el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba alcance el valor de referencia de cambio débilmente pobre OEDpobre. En este caso, la relación aire-combustible diana TAF se cambia directamente de la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico. Debido a esto, incluso aunque ocurra desviación entre la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba que se estima a partir del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba y la cantidad de almacenamiento de oxígeno real del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, es posible suprimir de una forma más fiable el deterioro de la emisión de escape, en particular, el deterioro de las emisiones de escape junto con la aparición de barrido.

Después de la etapa S604, en la etapa S605, el marcador de ajuste pobre Fr se ajusta a cero. A continuación, en la etapa S606, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se reinicializa y se hace cero. Después de esto, se finaliza la presente rutina de control.

<Tercera realización>

A continuación, haciendo referencia a la FIG. 18 y la FIG. 19, se explicará una tercera realización de la presente invención. Obsérvese que la configuración y control del motor de combustión interna de la tercera realización son básicamente similares a los motores de combustión interna de la primera realización y la segunda realización, por lo que en la siguiente explicación, principalmente se explicarán las partes que son diferentes de la primera y segunda realizaciones.

En la tercera realización, el dispositivo de control de la relación aire-combustible ajusta alternativamente la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante a una relación aire-combustible de ajuste rico que es más rica que la relación aire-combustible estequiométrica y una relación aire-combustible de ajuste pobre que es más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica.

Además, el dispositivo de control de la relación aire-combustible, en el control rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible que fue detectada por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga como rica que es más rica que la relación aire-combustible estequiométrica. El dispositivo de control de la relación aire-combustible, en el control pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre, cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible que fue detectada por el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga como pobre que es más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica.

<Explicación del control de la relación aire-combustible usando un diagrama de tiempo>

Haciendo referencia a la FIG. 18, se explicará específicamente la operación mencionada anteriormente. La FIG. 18 es un diagrama de tiempo de la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED y la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo en el caso de realizar el control de la relación aire-combustible básico mediante el dispositivo de control de la relación aire-combustible de un motor de combustión interna según una tercera realización de la presente invención.

El exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED que se muestra en la FIG. 18 muestra el valor acumulativo de exceso/deficiencia de oxígeno OED que se calcula mediante la fórmula (1). El exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED se reinicializa y se hace cero cuando la relación aire-combustible diana se cambia entre la relación aire-combustible de ajuste rico y la relación aire-combustible de ajuste pobre.

Obsérvese que la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC es la cantidad de corrección relacionada con la relación aire-combustible del gas de escape entrante. Cuando la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC es "0", la relación aire-combustible se hace una relación aire-combustible (en la presente realización, básicamente la relación aire-combustible estequiométrica) igual a la relación aire-combustible que forma el centro de control (a continuación, denominado "relación aire-combustible del centro de control"). Cuando la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC es un valor positivo, la relación aire-combustible diana se hace una relación aire-combustible que es más pobre que la relación aire-combustible del centro de control (en la presente realización, relación aire-combustible pobre). Cuando la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC es un valor negativo, la relación aire-combustible diana se convierte en una relación aire-combustible que es más rica que la relación aire-combustible del centro de control (en la presente realización, relación aire-combustible rica).

En el ejemplo ilustrado, en el estado antes del tiempo t_1 , la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se ajusta a la cantidad de corrección de ajuste rico AFCsrico (correspondiente a la relación aire-combustible de ajuste rico). Es decir, la relación aire-combustible diana se hace la relación aire-combustible rica. Junto con esto, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en la relación aire-combustible rica. El gas no quemado que está contenido en el gas de escape entrante se retira mediante el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba. Junto con esto, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba disminuye gradualmente. Por otro lado, debido a la purificación en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba, el gas de escape saliente no contiene gas no quemado, por lo que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte sustancialmente en la relación aire-combustible estequiométrica.

Si la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba disminuye gradualmente, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA se aproxima a cero en el tiempo t_1 . Junto con esto, parte del gas no quemado que fluye hacia el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba empieza a fluir hacia fuera sin ser retirado en el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba. Debido a esto, después del tiempo t_1 , la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo cae gradualmente. Como resultado, en el ejemplo ilustrado, en el tiempo t_2 , la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA se hace sustancialmente cero y la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible juzgada como rica AFrica.

En la presente realización, si la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte en la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica o menor, para hacer que la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA aumente, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia a una cantidad de corrección de ajuste pobre AFCpobre (correspondiente a la relación aire-combustible de ajuste pobre). Por lo tanto, la relación aire-combustible diana se cambia de la relación aire-combustible rica a la relación aire-combustible pobre.

Si, en el tiempo t_2 , la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible pobre, la relación aire-combustible del gas de escape entrante cambia de la relación aire-combustible rica a la relación aire-combustible pobre. Además, junto con esto, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en la relación aire-combustible pobre. Si, en el tiempo t_2 , la relación aire-combustible del gas de escape entrante cambia a la relación aire-combustible pobre, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba aumenta.

Si la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba aumenta de esta manera, la relación aire-combustible del gas de escape saliente cambia hacia la relación aire-combustible estequiométrica. Además, si la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba aumenta gradualmente, la cantidad de almacenamiento de oxígeno

OSA finalmente se aproxima a la cantidad de oxígeno almacenable máxima $C_{m\acute{a}x}$. Si, en el tiempo t_3 , la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA se aproxima a la cantidad de oxígeno almacenable máxima $C_{m\acute{a}x}$, parte del oxígeno que fluye al catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba empieza a fluir fuera sin ser almacenado por el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba. Debido a esto, la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo aumenta gradualmente. Como resultado, en el ejemplo ilustrado, en el tiempo t_4 , la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA alcanza la cantidad de oxígeno almacenable máxima $C_{m\acute{a}x}$ y la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como pobre AFpobre.

Si en la presente realización, la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo se convierte en la relación aire-combustible que se juzga como pobre AFpobre o mayor, la cantidad de corrección de la relación aire-combustible AFC se cambia a la cantidad de corrección de ajuste rico AFCrico para hacer que la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA disminuya. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana se cambia de la relación aire-combustible pobre a la relación aire-combustible rica.

Si, en el tiempo t_4 , la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible rica, la relación aire-combustible del gas de escape que fluye hacia el catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba cambia de la relación aire-combustible pobre a la relación aire-combustible rica. Además, junto con esto, la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en la relación aire-combustible rica. Si, en el tiempo t_4 , la relación aire-combustible del gas de escape entrante cambia a la relación aire-combustible rica, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba disminuye.

Si, de esta manera, la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba disminuye, la relación aire-combustible del gas de escape que fluye fuera del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba cambia hacia la relación aire-combustible estequiométrica. Además, si la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba disminuye gradualmente, en el tiempo t_5 , la cantidad de almacenamiento de oxígeno OSA finalmente se aproxima a cero del mismo modo que el tiempo t_1 . Después de esto, en el tiempo t_6 , de la misma manera que en el tiempo t_2 , la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible juzgada como rica AFrica. Después de esto, se repite la misma operación que la operación que en los tiempos t_1 a t_6 .

Además, en la presente realización, aunque el ciclo mencionado anteriormente de los tiempos t_1 a t_6 se repite, la cantidad de combustible que se alimenta a la cámara de combustión 5 está controlada por realimentación de modo que la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se convierte en la relación aire-combustible diana. Por ejemplo, la cantidad de combustible que se alimenta a la cámara de combustión 5 se hace más pequeña cuando la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se hace más pequeña (más rica) que la relación aire-combustible diana. Por otro lado, la cantidad de combustible que se alimenta a la cámara de combustión 5 se hace más grande cuando la relación aire-combustible de salida AFarriba del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba se hace más grande (más pobre) que la relación aire-combustible diana.

Como se ha explicado en la primera realización, si ocurre desviación entre la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba y la relación aire-combustible real del gas de escape entrante, incluso si se realiza el control de la relación aire-combustible anterior, en ocasiones se deteriorarán las emisiones de escape. Por lo tanto, en la tercera realización también, del mismo modo que en la primera realización y la segunda realización, se realiza un control de aprendizaje durante la operación normal para cubrir la desviación de la relación aire-combustible de salida del sensor de la relación aire-combustible 40 del lado aguas arriba. En el control de aprendizaje en la tercera realización, el valor de aprendizaje s_{fbg} se actualiza usando la anterior fórmula (2) basándose en la diferencia $\Delta\Sigma OED$ (por ejemplo $R_1 - F_1$) entre el valor absoluto del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de aumento de oxígeno T_{inc} (por ejemplo, R_1 en la FIG. 18) y el valor absoluto del exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo ΣOED en el período de tiempo de disminución de oxígeno T_{dec} (por ejemplo, F_1 en la FIG. 18). El control de aprendizaje en la tercera realización es similar al control de aprendizaje en la primera realización y la segunda realización, por lo que se omitirá su explicación.

En este sentido, como se ha explicado en la primera realización, si se provoca barrido, las emisiones de escape son susceptibles de deteriorarse. Por lo tanto, en la tercera realización también, del mismo modo que en la primera realización y en la segunda realización, la rutina de control del control de la relación aire-combustible que se muestra en la FIG. 11 se realiza para suprimir el deterioro de las emisiones de escape que acompañan a la aparición de barrido. Además, del mismo modo que en la primera realización, la rutina de control del procesamiento de juicio de barrido que se muestra en la FIG. 13 se realiza para juzgar si la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor.

<Procesamiento para ajustar la relación aire-combustible diana>

La FIG. 19 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de procesamiento para ajustar una relación aire-combustible diana en la tercera realización de la presente invención. La rutina de control ilustrada se realiza por interrupción a ciertos intervalos de tiempo.

5 En primer lugar, en la etapa S701, la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado de aguas abajo se adquiere. A continuación, en la etapa S702, se juzga si el marcador de ajuste pobre Fr se ajusta a cero. Obsérvese que el marcador de ajuste pobre Fr es el marcador que se hace "1" cuando la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre mientras que se hace cero cuando la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico.

10 En la etapa S702, cuando se juzga que el marcador de ajuste pobre Fr se ha ajustado a cero, es decir cuando la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico, la rutina transcurre a la etapa S703. En la etapa S703, se juzga si la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es máximamente igual a la relación aire-combustible juzgada como rica AFrica. La relación aire-combustible juzgada como rica AFrica es una relación aire-combustible
15 predeterminada que es ligeramente más rica que la relación aire-combustible estequiométrica (por ejemplo 14,55).

En la etapa S703, cuando se juzga que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es mayor que la relación aire-combustible juzgada como rica AFrica, se finaliza la presente rutina de control. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se mantiene en la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico.

20 Por otro lado, en la etapa S703, cuando se juzga que el sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica o menor, es decir, cuando la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica AFrica, la rutina transcurre a la etapa S704. En la etapa S704, la relación
25 aire-combustible TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se cambia de la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre. La relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre es una relación aire-combustible predeterminada que es una cierta extensión más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica (relación aire-combustible que forma el centro de control). Por ejemplo, se hace de 14,65 a 20, preferiblemente de 14,65 a 18, más preferiblemente de 14,65 a 16 o similares.

30 Después de la etapa S704, en la etapa S705, el marcador de ajuste pobre Fr se ajusta a "1". A continuación, en la etapa S706, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se reinicializa y se hace cero. Después de esto, se finaliza la presente rutina de control. Obsérvese que, en la tercera realización, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se usa en el control de aprendizaje cuando la cantidad de barrido es la cantidad de
35 purga de referencia o menor.

Por otro lado, en la etapa S702, cuando se juzga que el marcador de ajuste pobre Fr se ajusta a "1", es decir, cuando la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre, la rutina transcurre a la etapa S707. En la etapa S707, se juzga si la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es al menos igual a la relación aire-combustible juzgada como
40 pobre AFpobre. La relación aire-combustible juzgada como pobre AFpobre es una relación aire-combustible predeterminada que es ligeramente más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica (por ejemplo 14,65).

En la etapa S707, cuando se juzga que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es más pequeña que la relación aire-combustible juzgada como pobre AFpobre, se finaliza la presente rutina de control. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se mantiene en la relación
45 aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre. Por otro lado, en la etapa S708, cuando se juzga que la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo es la relación aire-combustible juzgada como pobre AFpobre o mayor, es decir, la relación aire-combustible de salida AFabajo del sensor de la relación aire-combustible 41 del lado aguas abajo ha alcanzado la relación aire-combustible juzgada como pobre AFpobre, la rutina transcurre a la etapa S708. En la etapa S708, la relación aire-combustible diana TAF se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico. Por lo tanto, la relación aire-combustible diana TAF se
50 cambia de la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre a la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico. La relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico es una relación aire-combustible predeterminada que es más rica en una cierta extensión que la relación aire-combustible estequiométrica (relación aire-combustible que forma el centro de control). Por ejemplo, se hace de 10 a 14,55, preferiblemente de 12 a 14,52, más preferiblemente de 13 a
55 14,5 o similar.

Después de la etapa S708, en la etapa S709, el marcador de ajuste pobre Fr se ajusta a cero. A continuación, en la etapa S706, el exceso/deficiencia de oxígeno acumulativo Σ OED del catalizador de purificación de escape 20 del lado aguas arriba se reinicializa y se hace cero. Después de esto, se finaliza la presente rutina de control.

<Cuarta Realización>

A continuación, haciendo referencia a la FIG. 20, se explicará una cuarta realización de la presente invención. Obsérvese que la configuración y control del motor de combustión interna de la cuarta realización son básicamente similares a los motores de combustión interna de la primera realización a la tercera realización, por lo que en la siguiente explicación, se explicarán principalmente las partes diferentes de la primera realización a la tercera realización.

Como se ha explicado anteriormente, en la primera realización a tercera realización, cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia, se impide un control de realimentación principal y actualización del valor de aprendizaje. Por esta razón, en comparación con cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor (cuando un control de realimentación principal y actualización del valor de aprendizaje están permitidos), en ocasiones la diferencia de la relación aire-combustible real y la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante se hace más grande.

Si la diferencia de la relación aire-combustible real y la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante es grande, incluso haciendo que la relación aire-combustible diana sea la relación aire-combustible de ajuste rico, en ocasiones la relación aire-combustible real del gas de escape se convierte en la relación aire-combustible de ajuste pobre. Además, si la diferencia de la relación aire-combustible real y la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante es grande, incluso si se hace que la relación aire-combustible diana sea la relación aire-combustible de ajuste pobre, en ocasiones la relación aire-combustible real del gas de escape se convierte en la relación aire-combustible de ajuste rico. En este caso, en el control de la relación aire-combustible en la primera realización a tercera realización, la relación aire-combustible diana no puede cambiarse en una temporización adecuada y las emisiones de escape son susceptibles de deteriorarse. Por lo tanto, cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia, incluso si se realiza el control de la relación aire-combustible en la primera realización a tercera realización, en ocasiones las emisiones de escape se deteriorarán.

Por lo tanto, en la cuarta realización, la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia se hace mayor que la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor, mientras la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia se hace menor que la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor. Debido a esto, el valor absoluto de la diferencia entre la relación aire-combustible de ajuste pobre y la relación aire-combustible estequiométrica y el valor absoluto de la diferencia entre la relación aire-combustible de ajuste rico y la relación aire-combustible estequiométrica cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia se hace más grande que el valor absoluto de la diferencia entre la relación aire-combustible de ajuste pobre y la relación aire-combustible estequiométrica y el valor absoluto de la diferencia entre la relación aire-combustible de ajuste rico y la relación aire-combustible estequiométrica cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor. Como resultado, incluso cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia, en el control pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible pobre, la relación aire-combustible real del gas de escape entrante puede hacerse fiablemente pobre y en el control rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico, la relación aire-combustible real del gas de escape entrante puede hacerse fiablemente rica. Por lo tanto, el deterioro de las emisiones de escape junto con la aparición de barrido puede suprimirse de forma más fiable.

<Rutina de control del control de la relación aire-combustible>

La FIG. 20 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de un control de la relación aire-combustible en una cuarta realización de la presente invención. La rutina de control ilustrada se realiza por interrupción a ciertos intervalos de tiempo. La etapa S801 a la etapa S808 en la FIG. 20 son similares a la etapa S101 hasta la etapa S108 en la FIG. 11, por lo que se omitirá su explicación.

Después de la etapa S808, en la etapa S809, al menos una de la relación aire-combustible de ajuste rico y la relación aire-combustible de ajuste pobre se cambian del valor inicial. Además, después de la etapa S806, en la etapa S810, la relación aire-combustible de ajuste rico y la relación aire-combustible de ajuste pobre se devuelven a los valores iniciales.

Específicamente, en la cuarta realización, la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre en la primera realización y la tercera realización se hace mayor cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia en comparación con cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor, y la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico en la primera realización y la tercera realización se hace más pequeña cuando la cantidad de barrido es mayor que la cantidad de purga de referencia en comparación con cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor. Obsérvese que el valor absoluto de la diferencia entre la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre y la relación aire-combustible estequiométrica en la primera realización es mayor que el valor absoluto de la diferencia entre la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico y la relación aire-combustible estequiométrica en la primera realización. Por esta razón, también es posible hacer la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre en la primera realización constante independientemente de la cantidad de

barrido y hacer la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico en la primera realización más pequeña cuando la cantidad de barrido es más grande que la cantidad de purga de referencia en comparación con cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor.

- 5 Como alternativa, la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre TAFspobre en la segunda realización puede hacerse más grande cuando la cantidad de barrido es más grande que la cantidad de purga de referencia en comparación con cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia menor, y la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico TAFsrico en la segunda realización puede hacerse más pequeña cuando la cantidad de barrido es más grande que la cantidad de purga de referencia en comparación con cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor. Obsérvese que la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre TAFspobre y la relación aire-combustible de ajuste pobre TAFpobre en la segunda realización pueden hacerse más grandes cuando la cantidad de barrido es más grande que la cantidad de purga de referencia en comparación con cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor, y la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico TAFsrico y la relación aire-combustible de ajuste rico TAFrico en la segunda realización pueden hacerse más pequeñas cuando la cantidad de barrido es más grande que la cantidad de purga de referencia en comparación con cuando la cantidad de barrido es la cantidad de purga de referencia o menor.

Obsérvese que todos los procedimientos de control mencionados anteriormente están controlados por la ECU 31 del motor de combustión interna 100.

- 20 Anteriormente, las realizaciones preferidas de acuerdo con la presente invención se han explicado, pero la presente invención no se limita a estas realizaciones y puede modificarse y cambiarse de diversas maneras dentro del alcance de las reivindicaciones.

Lista de signos de referencia

- 1. cuerpo del motor
- 5. cámara de combustión
- 7. puerto de admisión
- 25 9. puerto de escape
- 13. canal de admisión
- 14. cámara de compensación
- 18. válvula de mariposa
- 19. colector de escape
- 30 20. catalizador de purificación de escape del lado aguas arriba
- 24. catalizador de purificación de escape del lado aguas abajo
- 31. ECU
- 40. sensor de la relación aire-combustible del lado aguas arriba
- 41. sensor de la relación aire-combustible del lado aguas abajo
- 35 101. turbocompresor (sobrealimentador)
- 100. motor de combustión interna
- B, C. mecanismo de distribución de válvula variable

REIVINDICACIONES

1. Un motor de combustión interna que comprende:

un sobrealimentador (101) configurado para cambiar una presión del aire alimentado a una cámara de combustión (5),

5 un mecanismo de distribución de válvulas variable (B, C) configurado para cambiar una cantidad de solapamiento de válvulas entre una válvula de admisión (6) y una válvula de escape (8),

un catalizador (20) que está dispuesto en un pasaje de escape y que está configurado para almacenar oxígeno,

un sensor de la relación aire-combustible (40) del lado aguas arriba que está dispuesto en un lado aguas arriba del catalizador (20) y que está configurado para detectar una relación aire-combustible del gas de escape entrante que fluye dentro del catalizador (20),

10 un sensor de la relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo que está dispuesto en un lado aguas abajo del catalizador (20) y que está configurado para detectar una relación aire-combustible del gas de escape saliente que fluye fuera del catalizador (20), y

un dispositivo de control de la relación aire-combustible que controla una relación aire-combustible del gas de escape entrante, en donde,

15 el dispositivo de control de la relación aire-combustible está configurado para ajustar una relación aire-combustible diana del gas de escape entrante basándose en la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo y controlar la cantidad de combustible alimentado a la cámara de combustión (5) mediante control de realimentación de modo que la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (40) del lado aguas arriba coincide con la relación aire-combustible diana cuando una cantidad de purga del
20 aire soplado desde el pasaje de admisión a través del cilindro hasta el pasaje de escape debido a la aparición de solapamiento de válvulas es una cantidad de purga de referencia o menor, y ajustar la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante basándose en la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo y, sin realizar control de realimentación usando el sensor de la relación aire-combustible (40) del lado aguas arriba, alimentar la cantidad de combustible calculada a partir de la relación aire-combustible diana a la cámara de combustión (5) cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de
25 referencia,

caracterizado por que

30 el dispositivo de control de la relación aire-combustible está configurado para cambiar la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante basándose en la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) y la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo, calculándose la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) basándose en la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (40) del lado aguas arriba cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y calculándose en base a la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

35 2. El motor de combustión interna según la reivindicación 1, en donde la cantidad de purga de referencia es cero.

3. El motor de combustión interna según la reivindicación 1 en donde

la relación aire-combustible diana se ajusta alternativamente a una relación aire-combustible de ajuste rico más rica que una relación aire-combustible estequiométrica y una relación aire-combustible de ajuste pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica,

40 el dispositivo de control de la relación aire-combustible está configurado para, en el control rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico, cambiar la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga como rica más rica que la relación aire-combustible estequiométrica y, en el control pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a
45 la relación aire-combustible de ajuste pobre, cambiar la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) ha alcanzado una cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima,

50 calculándose la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) en base a la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (40) del lado aguas arriba cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y se calcula basándose en la relación aire-combustible diana cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

4. El motor de combustión interna según la reivindicación 3 en donde el dispositivo de control de la relación aire-combustible está configurado para, en el control pobre, cambiar la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga como pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica si la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible juzgada como pobre antes de que se haya estimado que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) ha alcanzado la cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia.

5. El motor de combustión interna según la reivindicación 1 en donde

la relación aire-combustible diana se ajusta a cualquiera de la relación aire-combustible de ajuste rico más rica que una relación aire-combustible estequiométrica, una relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre más rica que la relación aire-combustible estequiométrica y más cercana a la relación aire-combustible estequiométrica que la relación aire-combustible de ajuste rico, una relación aire-combustible de ajuste pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica, y una relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica y más cercana a la relación aire-combustible estequiométrica que la relación aire-combustible de ajuste pobre,

el dispositivo de control de la relación aire-combustible está configurado para, en el control rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico, cambiar la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) ha alcanzado una primera cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima, en el control débilmente rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico, cambiar la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga como rica más rica que la relación aire-combustible estequiométrica, en el control pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre, cambiar la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) ha alcanzado una segunda cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima y, en el control débilmente pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre, cambiar la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico donde la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo ha alcanzado una relación aire-combustible que se juzga como pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica,

calculándose la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) basándose en la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (40) del lado aguas arriba cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y se calcula en base a la relación aire-combustible diana cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

6. El motor de combustión interna según la reivindicación 5 en donde el dispositivo de control de la relación aire-combustible está configurado para, en el control rico, cambiar la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica si la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica antes de que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) alcance la primera cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia y, en el control pobre, cambiar la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo alcanza la relación de aire-combustible que se juzga como pobre si la relación aire-combustible detectada por el sensor de relación aire-combustible (41) del lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible juzgada como pobre antes de que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) alcance la segunda cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia.

7. El motor de combustión interna según la reivindicación 5 o 6 en donde la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre, cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia, es mayor que la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre, cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor, y la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico, cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia es menor que la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor.

8. El motor de combustión interna según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7 en donde

la relación aire-combustible de ajuste pobre, cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia, es mayor que la relación aire-combustible de ajuste pobre, cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor, y

la relación aire-combustible de ajuste rico, cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia, es menor que la relación aire-combustible de ajuste rico, cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor.

9. El motor de combustión interna según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, en donde

- 5 el dispositivo de control de la relación aire-combustible está configurado para calcular una cantidad de oxígeno almacenado en el catalizador (20) en el período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre a cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico, lo que constituye una primera cantidad de oxígeno liberada del catalizador (20) en el período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico hasta
10 cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre, lo que constituye una segunda cantidad de oxígeno, basándose en la relación aire-combustible detectada por el sensor de la relación aire-combustible (40) del lado aguas arriba, y

- 15 el dispositivo de control de la relación aire-combustible está configurado para actualizar un valor de aprendizaje basándose en la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de oxígeno y corregir un parámetro relacionado con la relación aire-combustible basándose en el valor de aprendizaje actualizado de modo que la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de oxígeno se hace más pequeña cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y, sin actualizar el valor de aprendizaje, corregir el parámetro basándose en el valor de aprendizaje actual cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

- 20 10. Un método para controlar una relación aire-combustible de un gas de escape entrante que fluye dentro de un catalizador (20) de un motor de combustión interna, comprendiendo el motor de combustión interna:

un sobrealimentador (101) para cambiar una presión del aire alimentado a una cámara de combustión (5),

un mecanismo de distribución de válvulas variable (B, C) para cambiar una cantidad de solapamiento de válvulas entre una válvula de admisión (6) y una válvula de escape (8),

- 25 el catalizador (20) que está dispuesto en un pasaje de escape y que almacena oxígeno,

comprendiendo el método las etapas de:

- ajustar una relación aire-combustible diana del gas de escape entrante basándose en la relación aire-combustible en el lado aguas abajo y controlar la cantidad de combustible alimentado a la cámara de combustión (5) mediante control de realimentación de modo que la relación aire-combustible en el lado aguas arriba coincide con la relación
30 aire-combustible diana cuando una cantidad de purga del aire soplado desde el pasaje de admisión a través de un cilindro hasta el pasaje de escape debido a la aparición de solapamiento de válvulas es una cantidad de purga de referencia o menor, y

- ajustar la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante basándose en la relación aire-combustible en el lado aguas abajo y, sin realizar control de realimentación usar el sensor de la relación aire-combustible del lado aguas
35 arriba, alimentar la cantidad de combustible calculado a partir de la relación aire-combustible diana a la cámara de combustión (5) cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia y caracterizado por la etapa de:

- cambiar la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante basándose en la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) y la relación aire-combustible en el lado aguas abajo, calculándose la cantidad de
40 almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) basándose en la relación aire-combustible en el lado aguas arriba cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y calculada basándose en la relación aire-combustible diana del gas de escape entrante cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

11. El método según la reivindicación 10 en donde la cantidad de purga de referencia es cero.

- 45 12. El método según la reivindicación 10 en donde la relación aire-combustible diana se ajusta alternativamente a una relación aire-combustible de ajuste rico más rica que una relación aire-combustible estequiométrica y una relación aire-combustible de ajuste pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica,

- en donde, en el control rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico, la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga como rica más rica que la
50 relación aire-combustible estequiométrica y, en el control pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre, la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) ha alcanzado una cantidad de almacenamiento de oxígeno más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima,

calculándose la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) basándose en la relación aire-combustible en el lado aguas arriba cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y se calcula basándose en la relación aire-combustible diana cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

5 13. El método según la reivindicación 12 en donde, en el control pobre, la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga como pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica si la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como pobre antes de que se estime que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) ha alcanzado la cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia.

14. El método según la reivindicación 10 en donde

la relación aire-combustible diana se ajusta a cualquiera de la relación aire-combustible de ajuste rico más rica que una relación aire-combustible estequiométrica, una relación aire-combustible de ajuste débilmente rico más rica que la relación aire-combustible estequiométrica y más cercana a la relación aire-combustible estequiométrica que la relación aire-combustible de ajuste rico, una relación aire-combustible de ajuste pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica, y una relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica y más cercana a la relación aire-combustible estequiométrica que la relación aire-combustible de ajuste pobre,

en donde, en el control rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste rico, la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) ha alcanzado una primera cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima, en el control débilmente rico donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico, la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza una relación aire-combustible que se juzga como rica más rica que la relación aire-combustible estequiométrica, en el control pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste pobre, la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre cuando se estima que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) ha alcanzado una segunda cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia más pequeña que la cantidad de almacenamiento de oxígeno máxima y, en el control débilmente pobre donde la relación aire-combustible diana se ajusta a la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre, la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible en el lado aguas abajo ha alcanzado una relación aire-combustible que se juzga como pobre más pobre que la relación aire-combustible estequiométrica,

calculándose la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) basándose en la relación aire-combustible en el lado aguas arriba cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y se calcula en base a la relación aire-combustible diana cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

15. El método según la reivindicación 14, en donde, en el control rico, la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste pobre cuando la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica si la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como rica antes de que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) alcance la primera cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia y, en el control pobre, la relación aire-combustible diana se cambia a la relación aire-combustible de ajuste rico cuando la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como pobre si la relación aire-combustible en el lado aguas abajo alcanza la relación aire-combustible que se juzga como pobre antes de que la cantidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador (20) alcance la segunda cantidad de almacenamiento de oxígeno de referencia.

16. El método según la reivindicación 14 o 15, en donde la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre, cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia, es mayor que la relación aire-combustible de ajuste débilmente pobre, cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor, y la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico, cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia es menor que la relación aire-combustible de ajuste débilmente rico cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor.

17. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16 en donde

la relación aire-combustible de ajuste pobre, cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia, es mayor que la relación aire-combustible de ajuste pobre, cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor, y

la relación aire-combustible de ajuste rico, cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia, es menor que la relación aire-combustible de ajuste rico, cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor.

18. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17, que comprende además las etapas de:

- 5 calcular una cantidad de oxígeno almacenado en el catalizador (20) en el período de tiempo desde cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre hasta cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico, lo que constituye una primera cantidad de oxígeno, y una cantidad de oxígeno liberada desde el catalizador (20) en el período de tiempo desde cuando se
- 10 cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste rico hasta cuando se cambia la relación aire-combustible diana a la relación aire-combustible de ajuste pobre, lo que constituye una segunda cantidad de oxígeno, basándose en la relación aire-combustible en el lado aguas arriba, y

- 15 actualizar un valor de aprendizaje basándose en la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de oxígeno y corregir un parámetro relacionado con la relación aire-combustible basándose en el valor de aprendizaje actualizado de modo que la diferencia entre la primera cantidad de oxígeno y la segunda cantidad de oxígeno se hace más pequeña cuando la cantidad de purga es la cantidad de purga de referencia o menor y, sin actualizar el valor de aprendizaje, corregir el parámetro basándose en el valor de aprendizaje actual cuando la cantidad de purga es mayor que la cantidad de purga de referencia.

FIG. 1

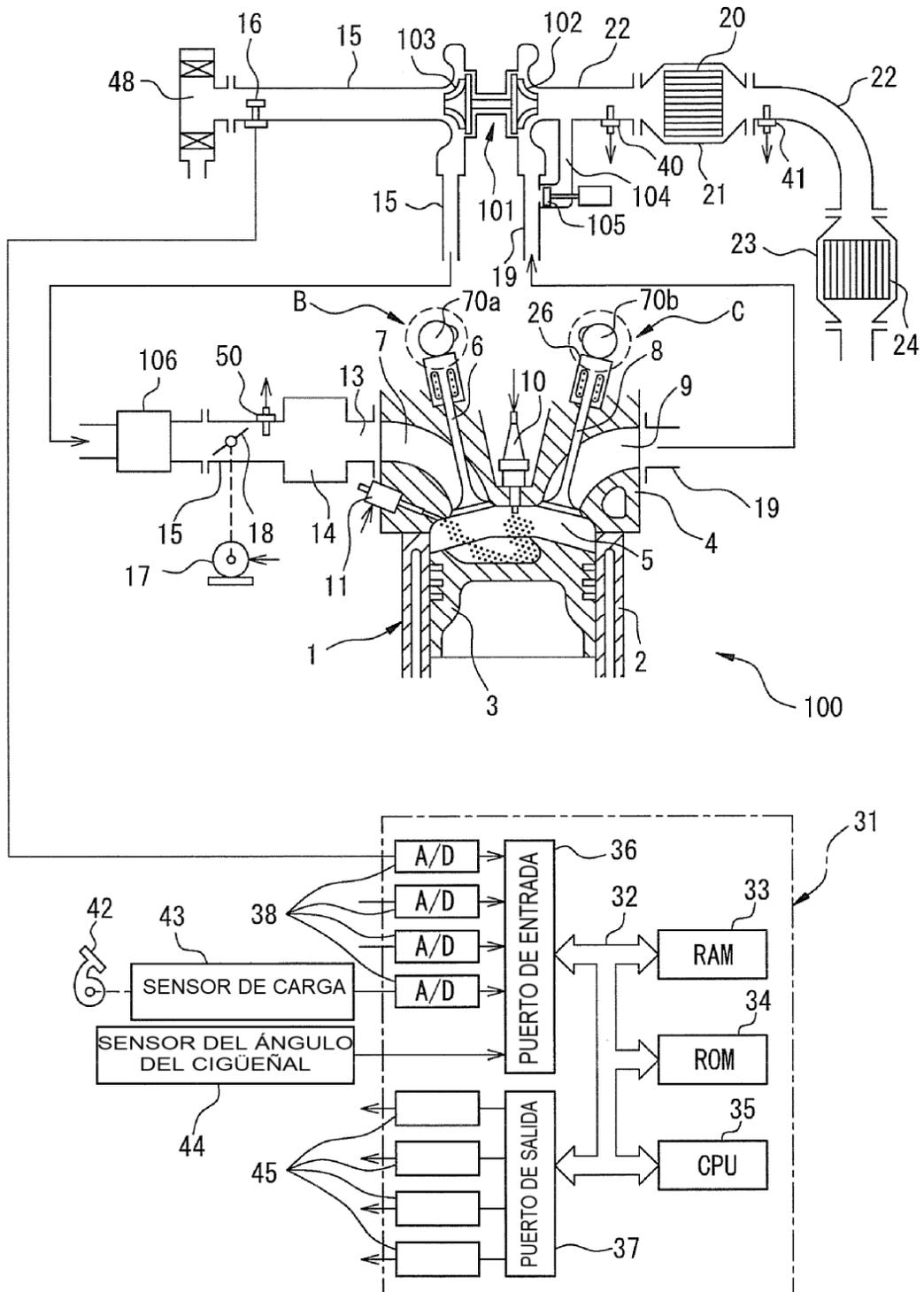


FIG. 2

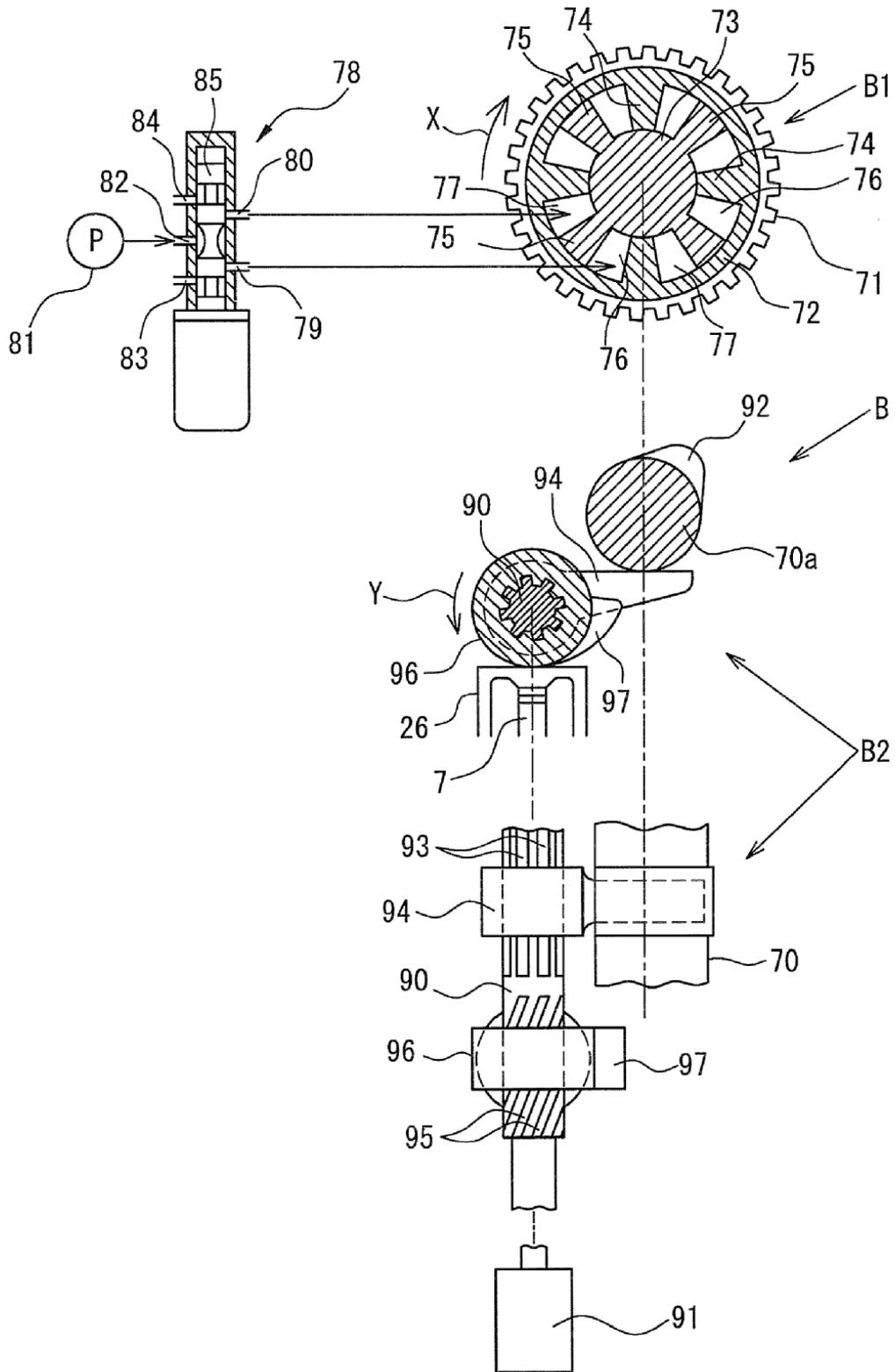


FIG. 3

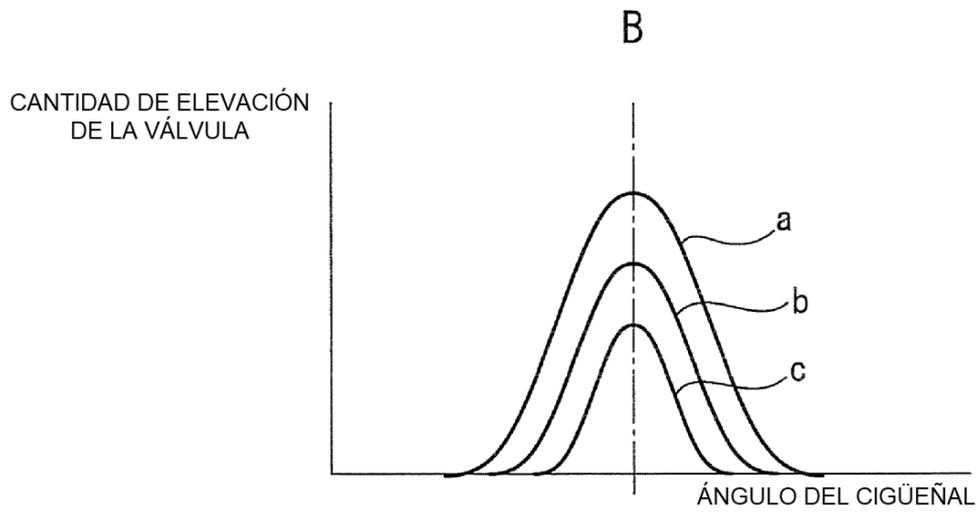
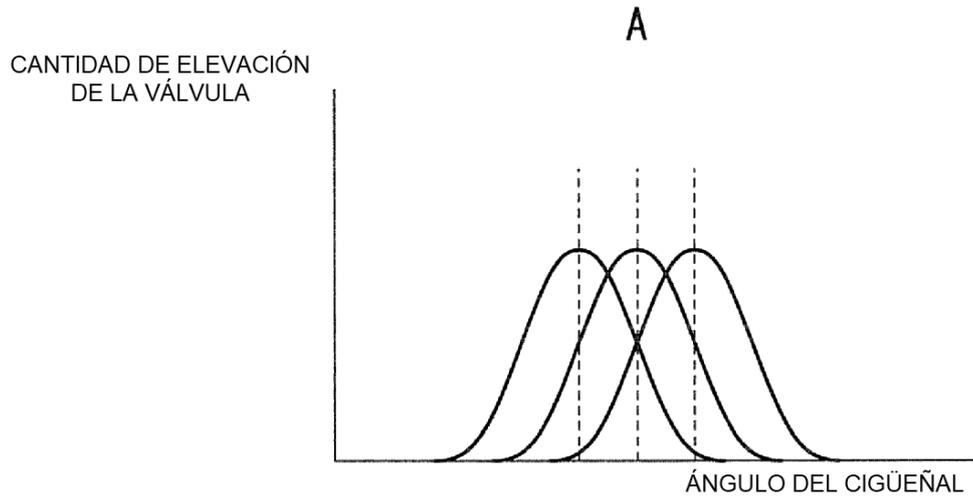


FIG. 4

A



B



FIG. 5

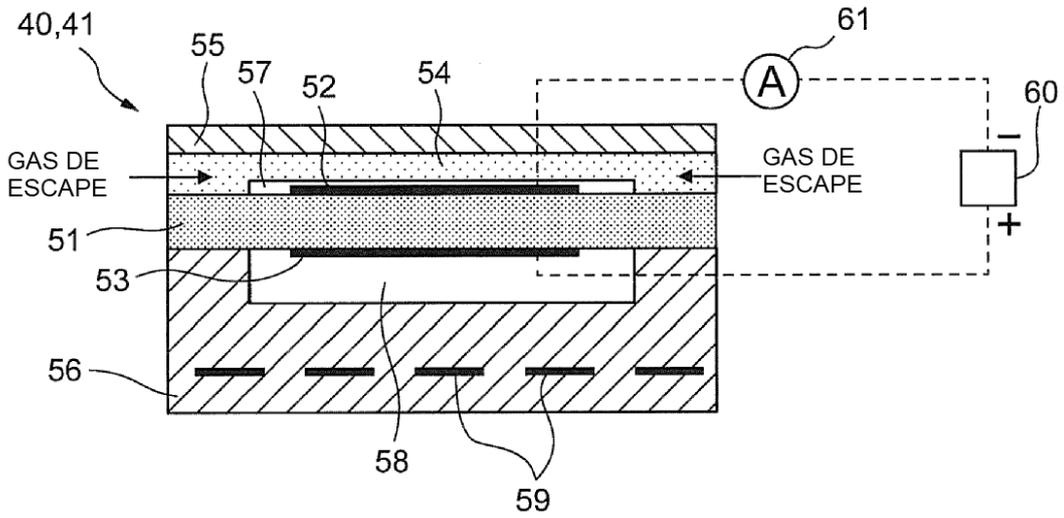


FIG. 6

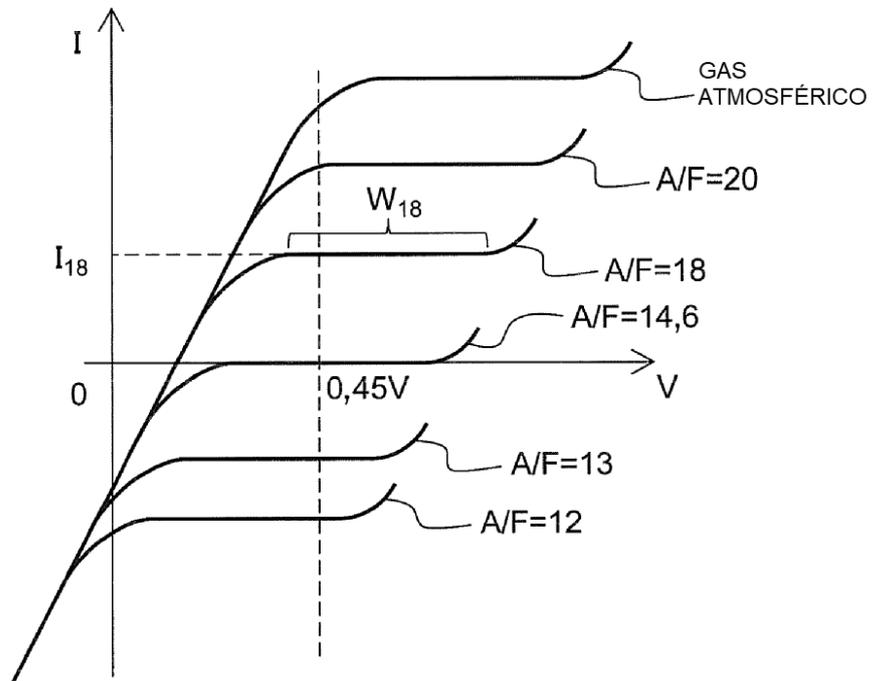


FIG. 7

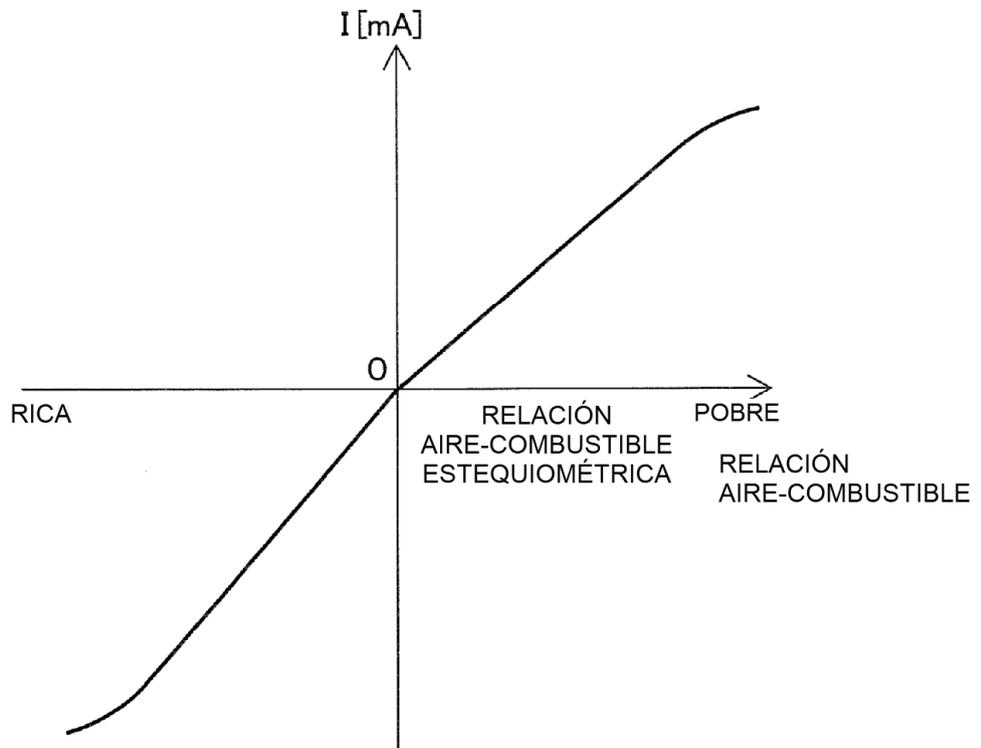


FIG. 8

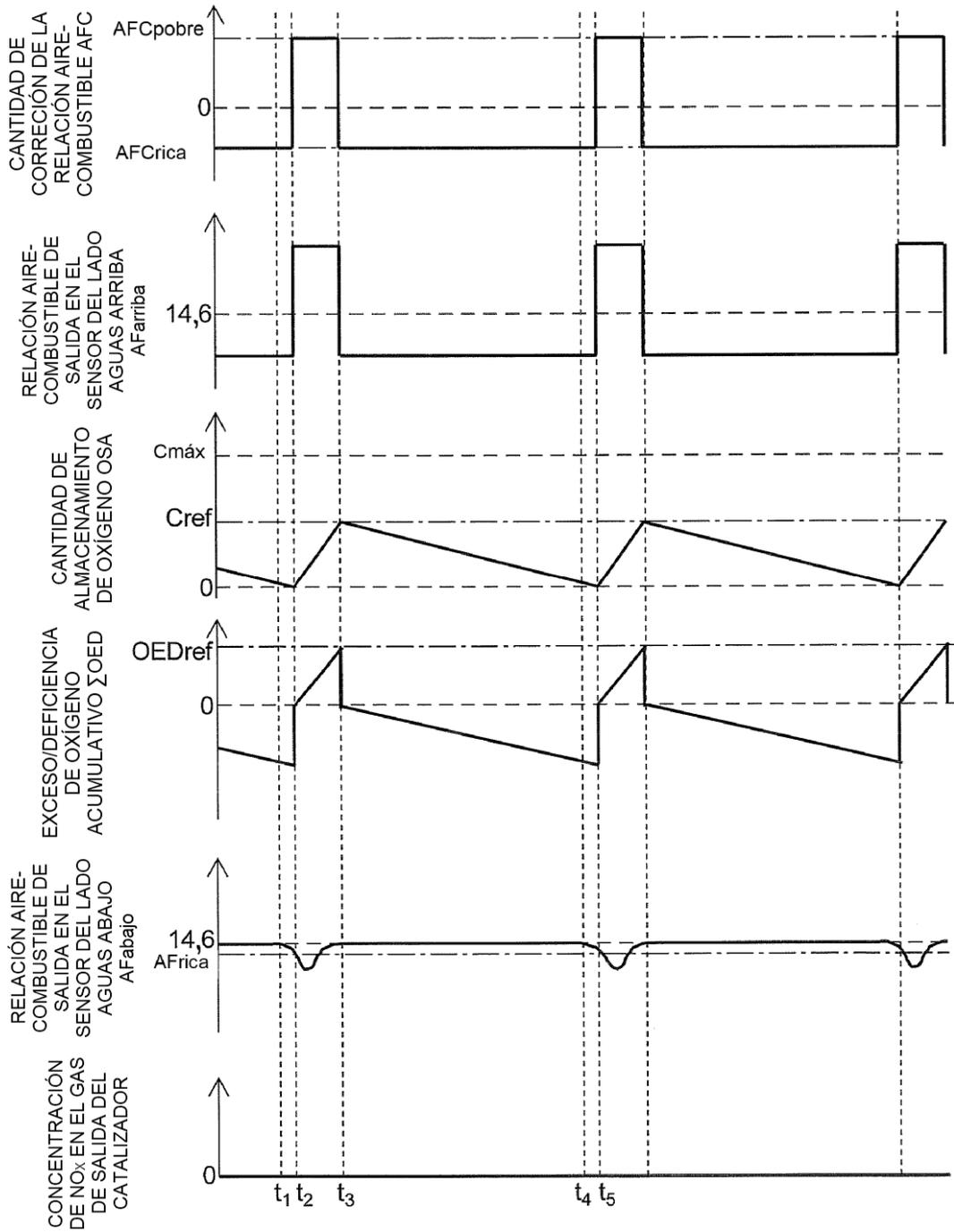


FIG. 9

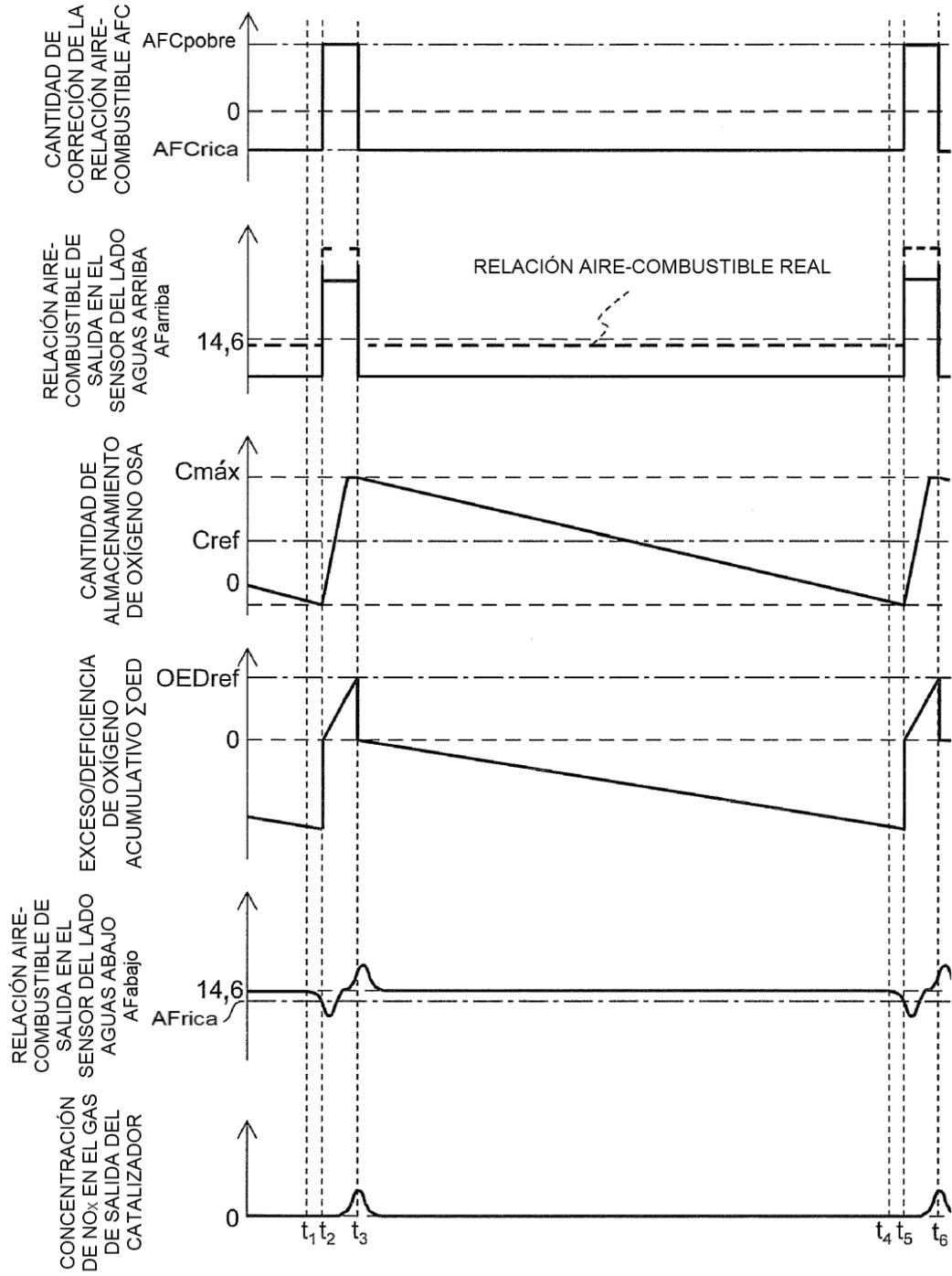


FIG. 10

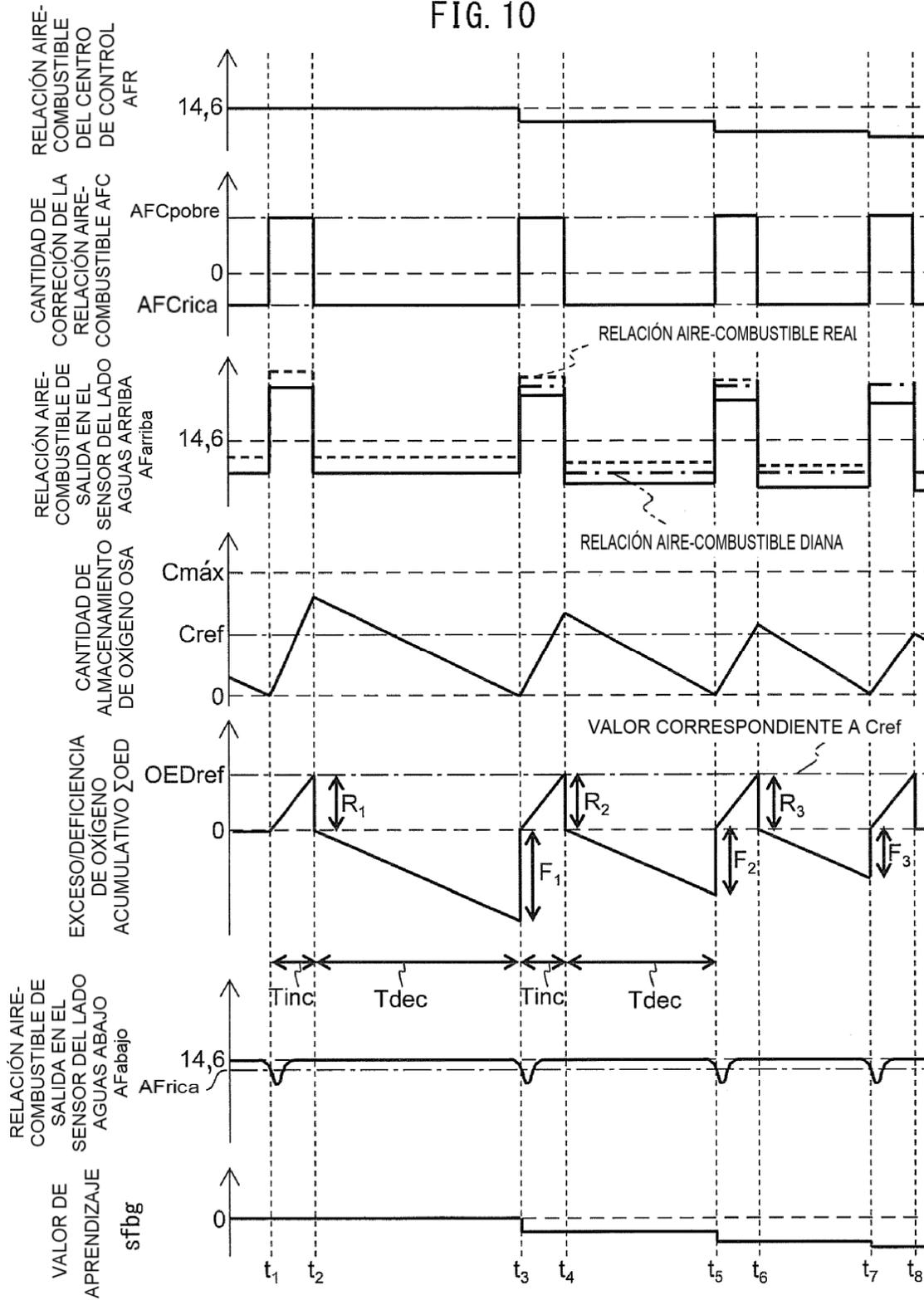


FIG. 11

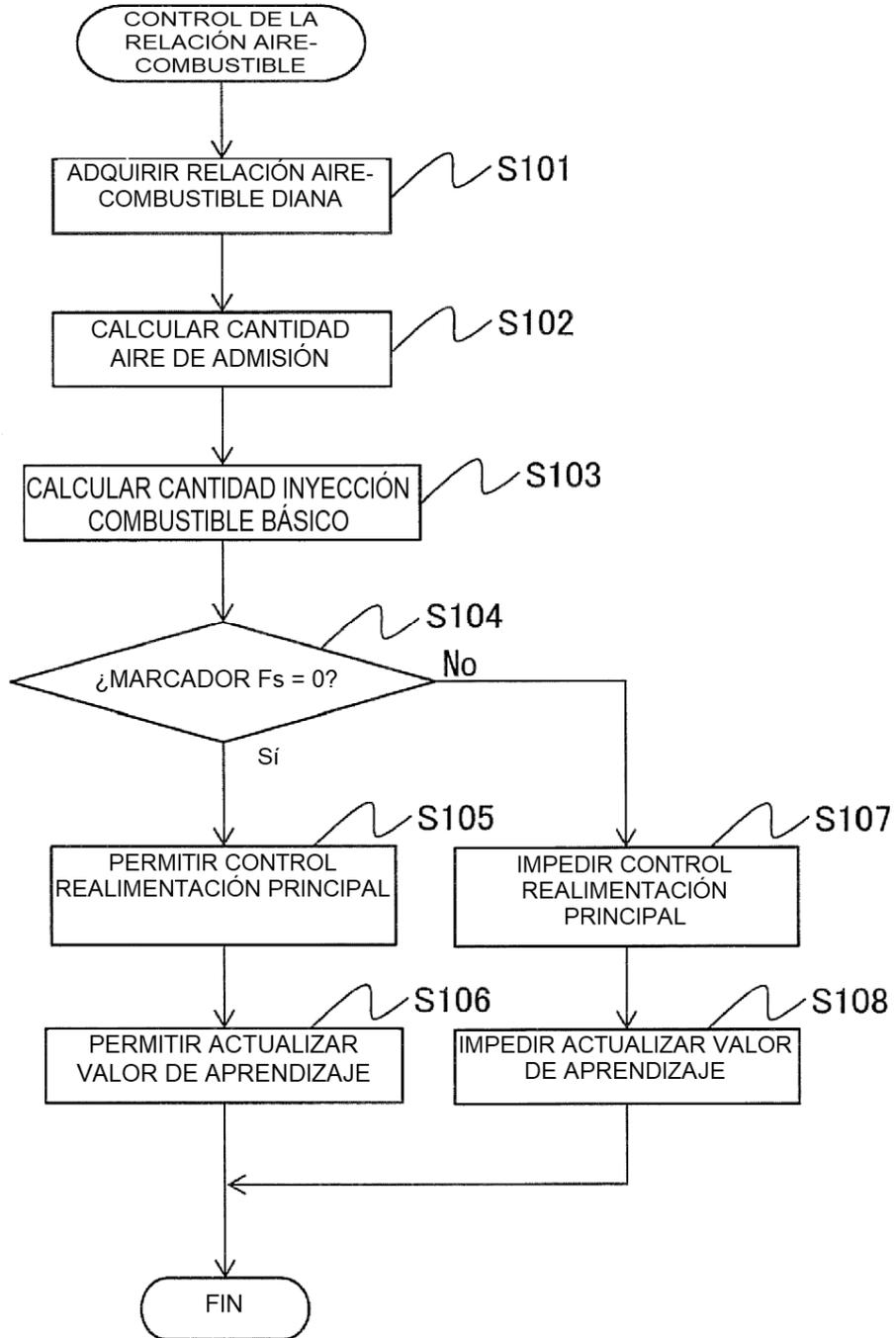


FIG. 12

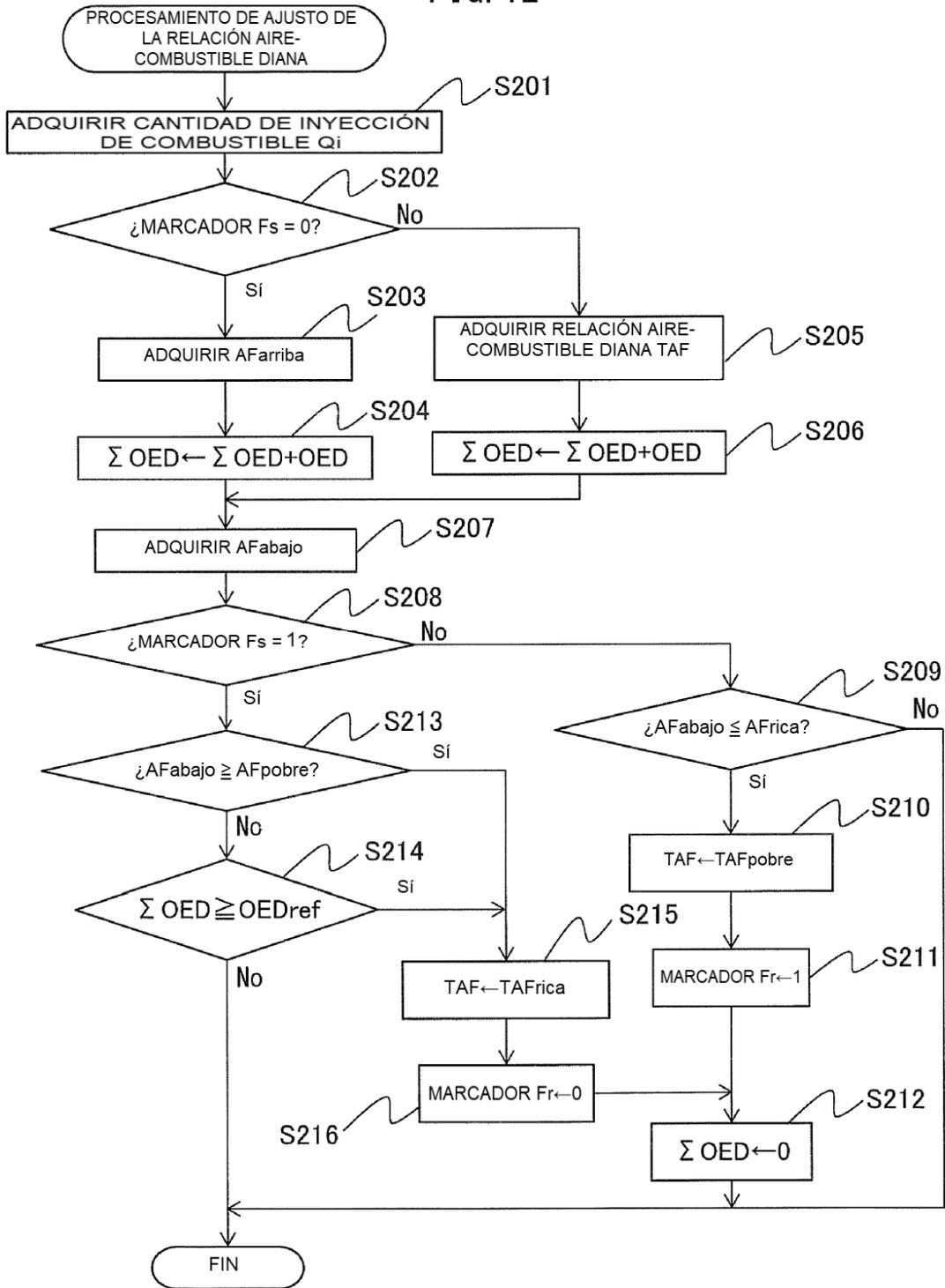


FIG. 13

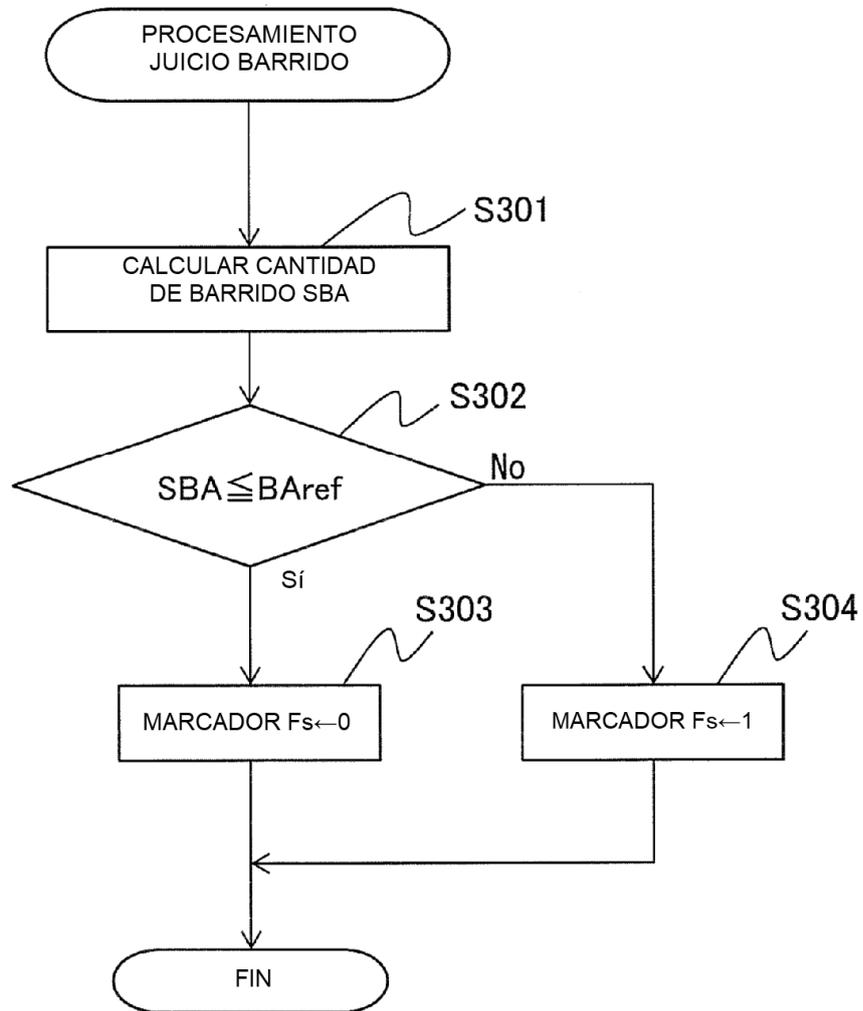


FIG. 14

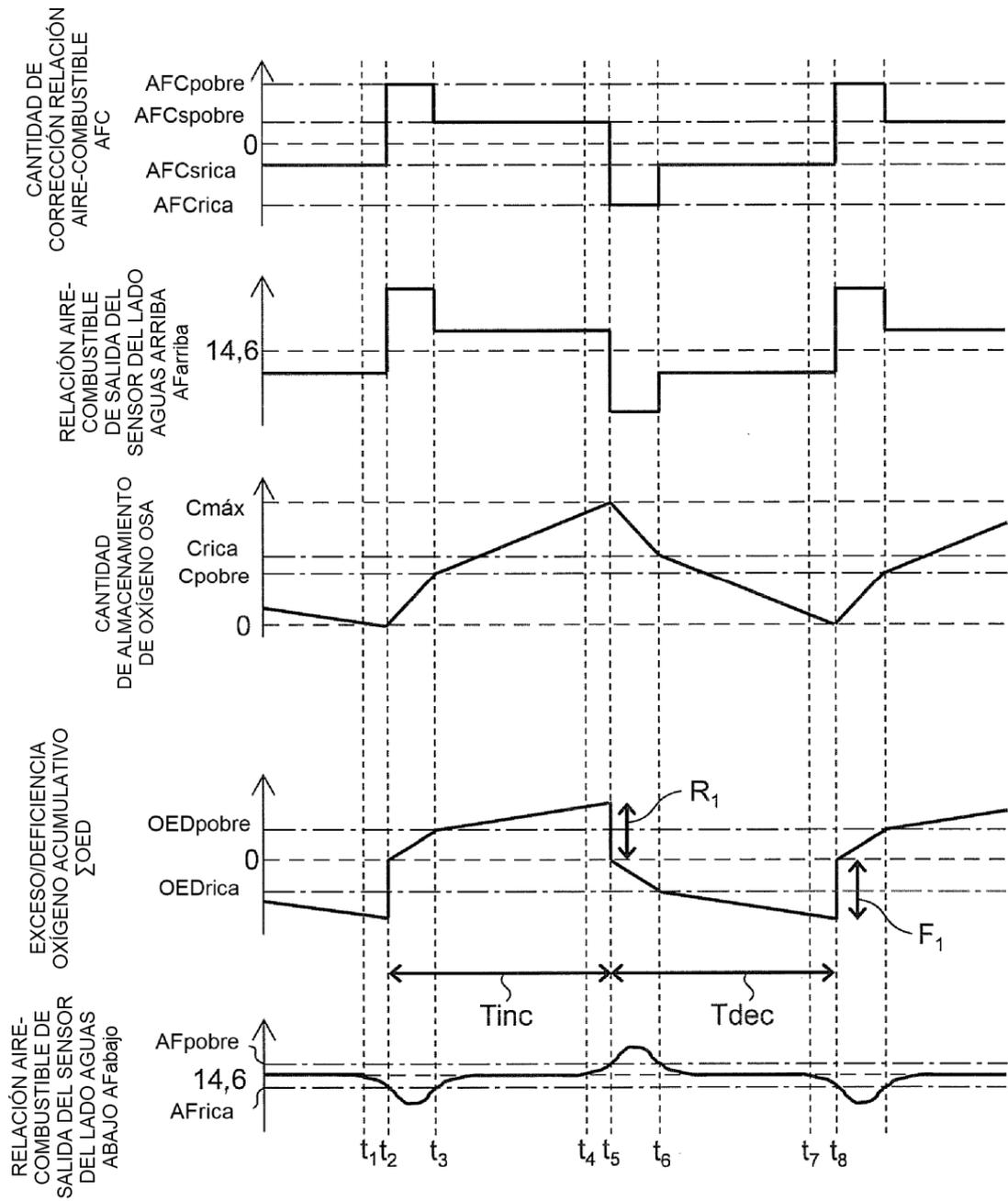


FIG. 15

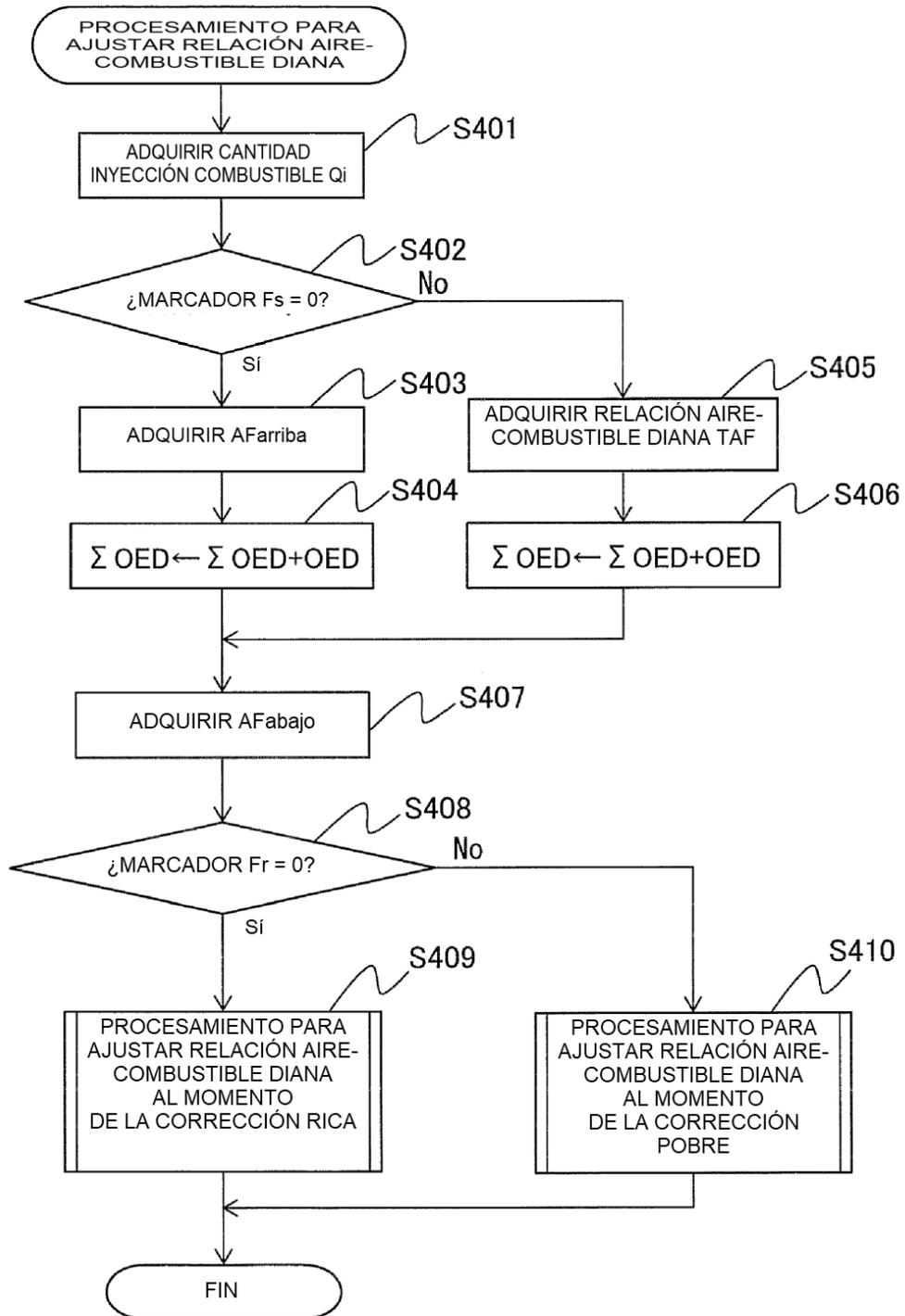


FIG. 16

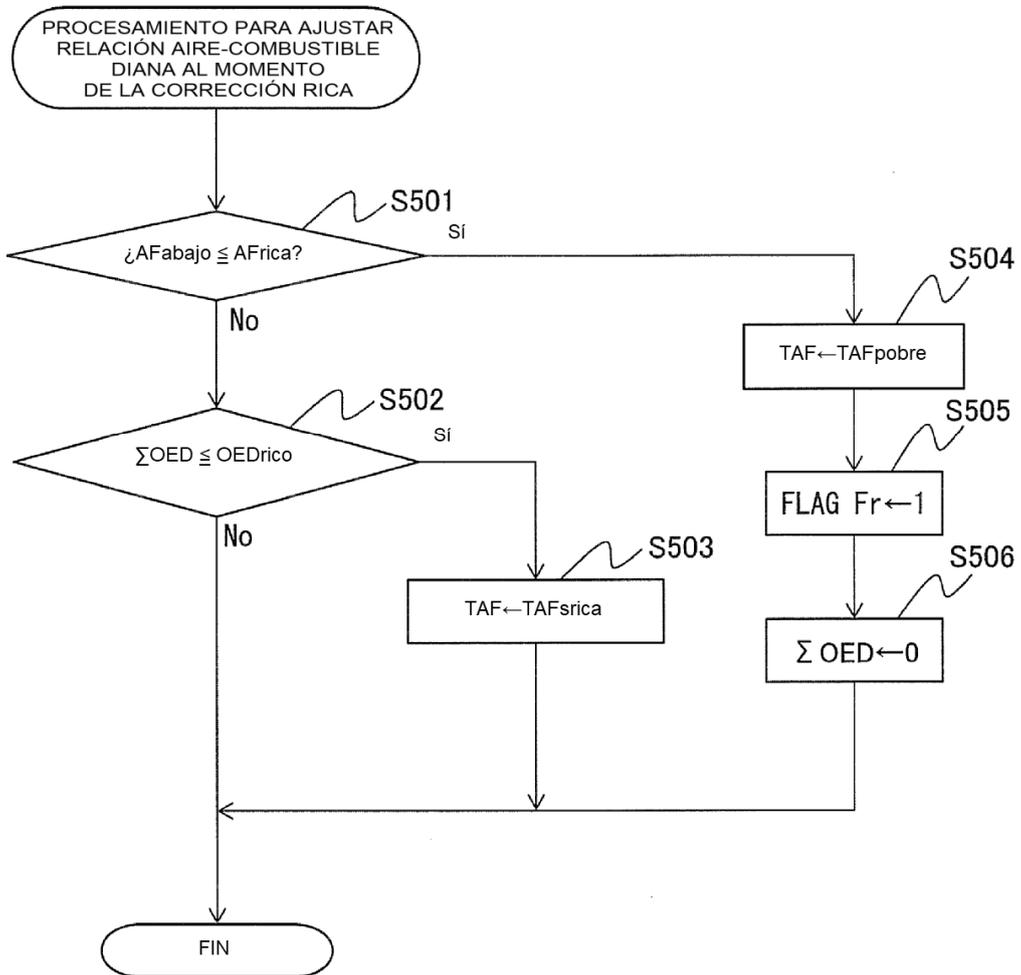


FIG. 17

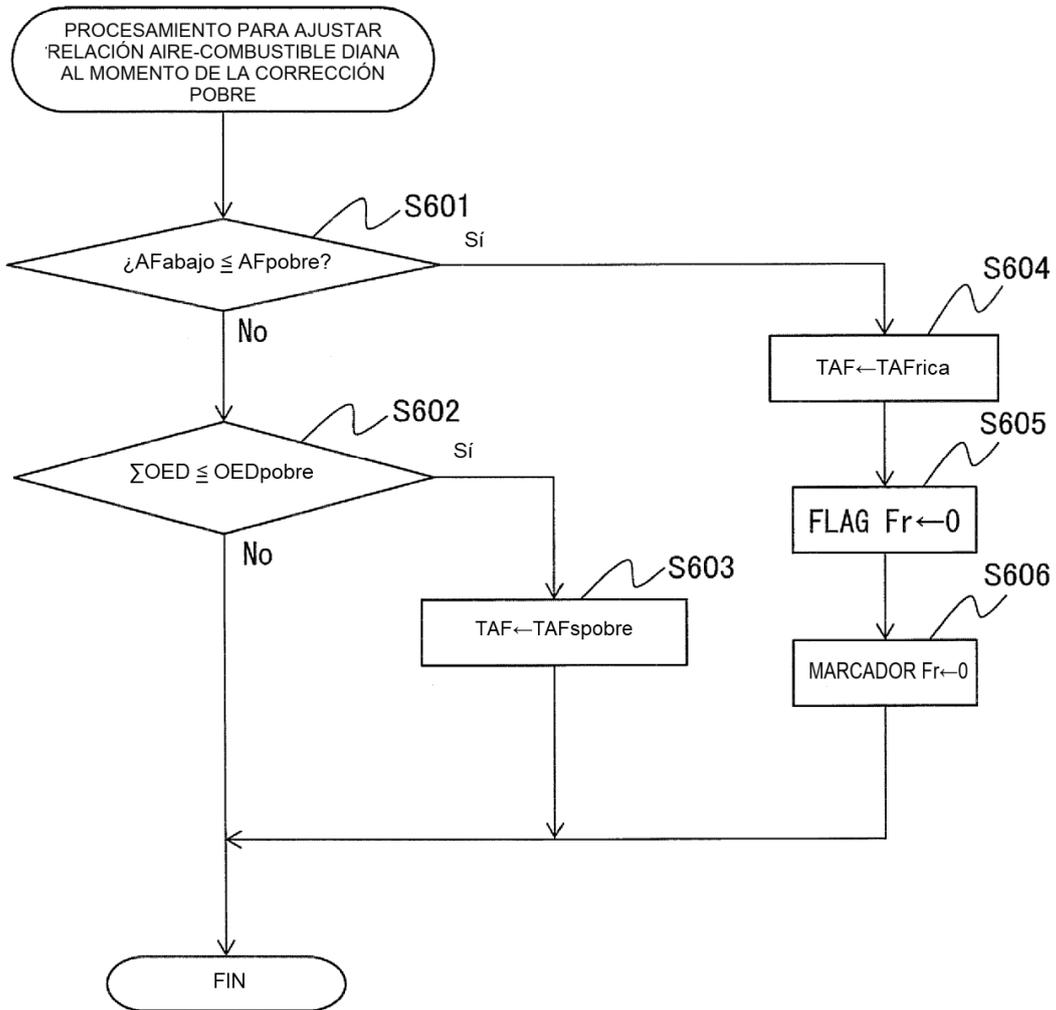


FIG. 18

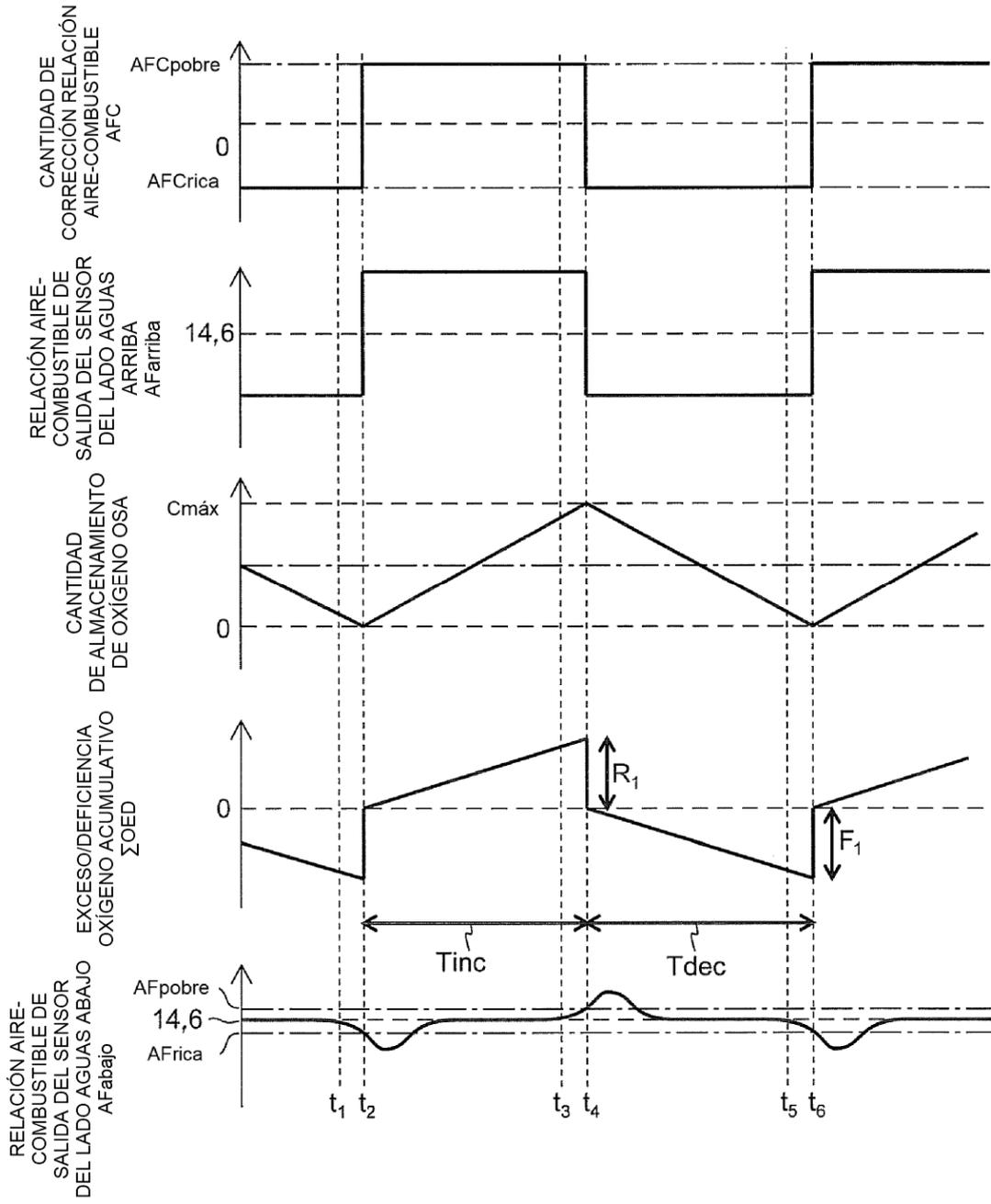


FIG. 19

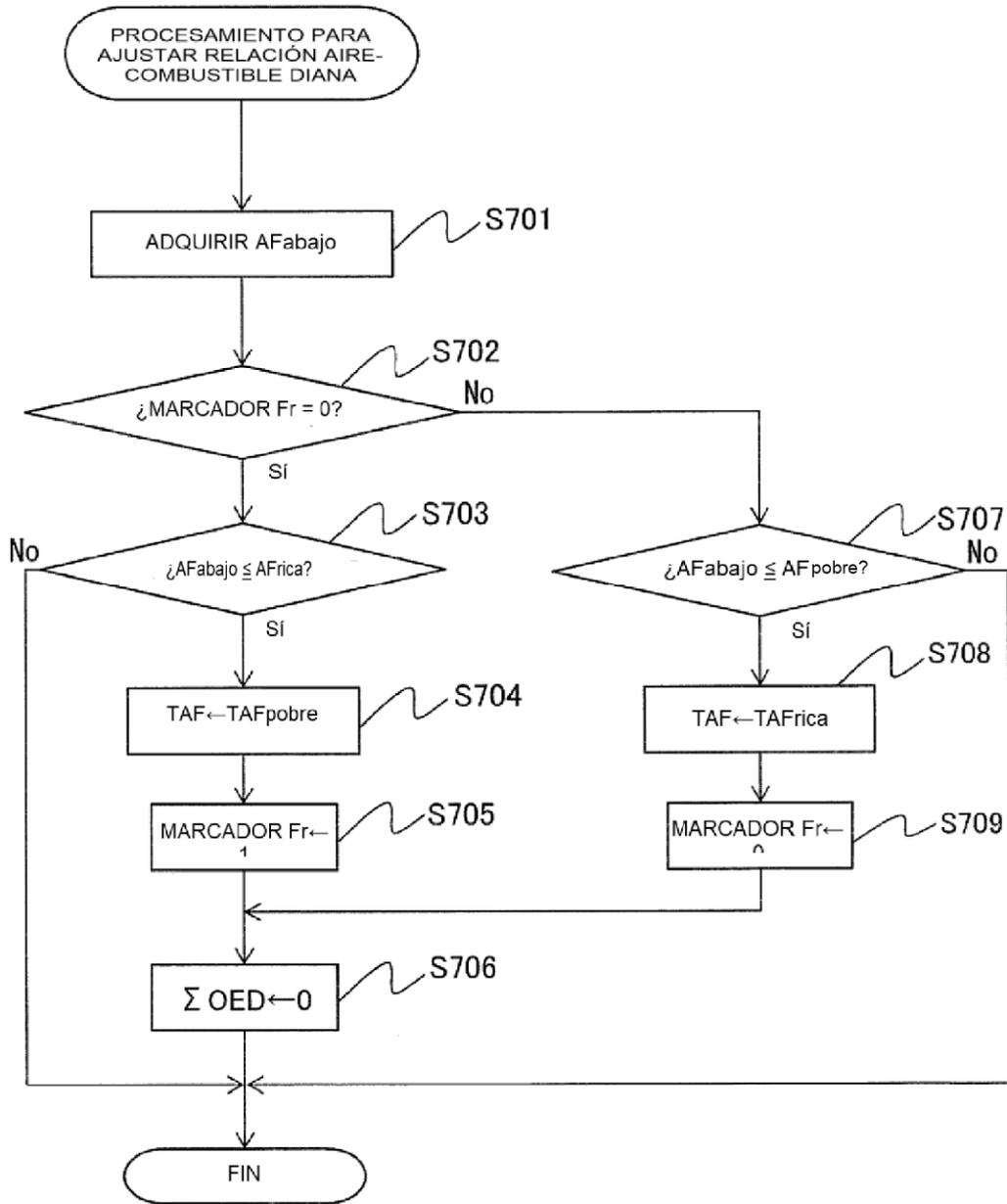


FIG. 20

