



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 222**

51 Int. Cl.:
F02D 41/02 (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04021488 .4**
96 Fecha de presentación : **09.09.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1515030**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2005**

54 Título: **Procedimiento y aparato para controlar la recuperación del envenenamiento por azufre de un catalizador.**

30 Prioridad: **10.09.2003 JP 2003-318109**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.07.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.07.2011

73 Titular/es: **TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA
1, Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571, JP**

72 Inventor/es: **Kobayashi, Nobuki;
Otsubo, Yasuhiko;
Tahara, Jun y
Sugiyama, Tatsumasa**

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 363 222 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

Procedimiento y aparato para controlar la recuperación del envenenamiento por azufre de un catalizador

ANTECEDENTES DE LA INVENCION1. Campo de la invención

5 La invención se refiere a un aparato y procedimiento de control de catalizador de control de gas de escape que suministra combustible desde un lado aguas arriba de un sistema de escape cuando se produce envenenamiento con azufre, a una pluralidad de catalizadores de control de gas de escape, que se proporciona desde el lado aguas arriba hasta un lado aguas abajo en el sistema de escape de un motor de combustión interna y cuya capacidad de control de gas de escape se reduce por envenenamiento con azufre, de modo que se realicen un proceso para aumentar una temperatura de lecho de catalizador y un proceso para disminuir una relación aire-combustible, realizando de este modo un control para la recuperación del envenenamiento con azufre (a continuación en el presente documento, denominado “control de recuperación del envenenamiento con azufre”).

2. Descripción de la técnica relacionada

15 Para permitir que un catalizador de control de gas de escape, por ejemplo, un catalizador de reducción de almacenamiento de NO_x, previsto en un sistema de escape de un motor de combustión interna se recupere del envenenamiento con azufre, es necesario aumentar una temperatura de lecho de catalizador del catalizador de control de gas de escape, y disminuir una relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que la relación aire-combustible estequiométrica. Por consiguiente, puede suministrarse combustible desde un lado aguas arriba del catalizador de control de gas de escape hacia el gas de escape. En este caso, si no se detecta con alta precisión si se logran tanto una disminución objetivo en la relación aire-combustible como un aumento objetivo en la temperatura de lecho de catalizador, no puede determinarse con precisión si se libera un componente de azufre.

20 Cuando no puede determinarse con precisión si se libera el componente de azufre, existe una posibilidad de que la relación aire-combustible continúe disminuyendo y la temperatura de lecho de catalizador continúe aumentando con la suposición de que el catalizador de control de gas de escape no se ha recuperado aún del envenenamiento con azufre, a pesar del hecho de que el catalizador de control de gas de escape ya se ha recuperado del envenenamiento con azufre. Esto puede dar como resultado la degradación térmica del catalizador de control de gas de escape debido al aumento en la temperatura de lecho de catalizador, y la reducción en la eficacia del combustible.

25 Un ejemplo de una tecnología para estimar una temperatura de lecho de catalizador con alta precisión se da a conocer en la publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2002-122019 (páginas 10 a 13, figura 4). Esta publicación da a conocer una tecnología en la que se detecta una temperatura de gas de escape mediante un sensor de temperatura previsto aguas arriba con respecto a un catalizador de control de gas de escape, se estima una temperatura de lecho de catalizador del catalizador de control de gas de escape situado aguas abajo con respecto al sensor de temperatura basándose en la temperatura de gas de escape, y se ajusta una cantidad de suministro de combustible en control de recuperación del envenenamiento con azufre o similar según la temperatura de lecho de catalizador. En esta tecnología, se proporciona otro sensor de temperatura aguas abajo con respecto al catalizador de control de gas de escape, con el fin de impedir que la temperatura de lecho de catalizador aumente excesivamente.

30 Existe un sistema de control de gas de escape en el que un catalizador de control de gas de escape, por ejemplo, un catalizador de reducción de almacenamiento de NO_x, se proporciona en un lado aguas arriba de un sistema de escape de un motor de combustión interna, y otro catalizador de control de gas de escape que realiza tanto reducción de almacenamiento de NO_x como purificación de materia particulada se proporciona en un lado aguas abajo del sistema de escape. El catalizador de control de escape en el lado aguas abajo del sistema de control de gas de escape realiza un control de gas de escape, por ejemplo, reducción de almacenamiento de NO_x, filtra la materia particulada en el gas de escape usando un filtro, y aumenta una temperatura de lecho de catalizador, de modo que oxida la materia particulada usando una función catalítica, realizando de este modo un control de gas de escape.

35 40 45 50 Con esta disposición de los catalizadores de control de gas de escape, cuando se realiza un control de recuperación del envenenamiento con azufre, se determina si se satisface una condición de aumento de temperatura de lecho de catalizador para los dos catalizadores de control de gas de escape basándose en la temperatura de gas de escape detectada por el sensor de temperatura previsto entre los dos catalizadores de control de gas de escape. Por consiguiente, cuando se satisfacen una condición de disminución de la relación aire-combustible basándose en una relación aire-combustible detectada por un sensor de relación aire-combustible, y la condición de aumento de temperatura de lecho de catalizador, se determinan un grado de recuperación del envenenamiento con azufre según un cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre.

55 Sin embargo, en el caso de los dos catalizadores de control de gas de escape en el que se proporciona uno en el lado aguas arriba del sistema de escape y en el que se proporciona el otro en el lado aguas abajo del sistema de escape, es probable que se produzca un fallo, por ejemplo, degradación y obstrucción, en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba antes que en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo. Por consiguiente, una reacción catalítica se reduce o se vuelve no uniforme en el catalizador de control de gas de escape en

el lado aguas arriba durante el control de recuperación del envenenamiento con azufre. Como resultado, la temperatura de gas de escape detectada por el sensor de temperatura previsto entre los dos catalizadores de control de gas de escape puede no aumentar de manera suficiente.

- 5 En un estado de este tipo, se determina que las temperaturas de los dos catalizadores de control de gas de escape no aumentan de manera suficiente, y no se libera el componente de azufre. Por tanto, no se realiza el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre, y se determina que no avanza la recuperación del envenenamiento con azufre. Por consiguiente, para permitir que los catalizadores de control de gas de escape se recuperen del envenenamiento con azufre, el proceso para aumentar una temperatura y el proceso para disminuir una relación aire-combustible se continúan mediante el control de recuperación del envenenamiento con azufre.
- 10 Sin embargo, una reacción catalítica se produce realmente de manera suficiente en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo. Por tanto, se satisfacen tanto la condición de disminución de la relación aire-combustible como la condición de aumento de temperatura de lecho de catalizador, y el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo libera el componente de azufre almacenado debido al envenenamiento, en lugar del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba. Sin embargo, incluso cuando está liberándose el componente de azufre, no se realiza el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre y se determina que no avanza la recuperación del envenenamiento con azufre, tal como se describió anteriormente. Por tanto, incluso tras haber liberado el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo el componente de azufre en su totalidad, la temperatura del catalizador de control de gas de escape aguas abajo se mantiene alta debido a la continuación del proceso para aumentar la temperatura. Por consiguiente, se promueve la degradación térmica del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo. Además, la continuación del proceso para aumentar una temperatura y el proceso para disminuir una relación aire-combustible desperdicia combustible, dando como resultado la reducción de la eficacia del combustible.

25 El documento EP 0 893 153 A2 da a conocer un dispositivo y un procedimiento para la recuperación del envenenamiento con azufre. La invención se refiere a una composición óptima de gas de escape tras la recuperación del envenenamiento.

El documento EP 0 892 158 A2 se refiere a un procedimiento de control de la recuperación del envenenamiento con azufre. El procedimiento se refiere a una vuelta optimizada a un estado normal después de la recuperación del envenenamiento.

30 El documento EP 1 154 131 A2 se refiere a un dispositivo de purificación de gas de escape. La invención se refiere al momento de la inyección posterior de combustible que se dice que es un ángulo de rotación de cigüeñal de entre 30 y 210° tras el TDC de la carrera de compresión.

El documento DE 41 00 397 A1 da a conocer un procedimiento y un dispositivo para controlar el grado de conversión de un catalizador. El procedimiento usa la diferencia en temperatura aguas arriba y aguas abajo del catalizador.

35 El documento EP 1 176 298 A2 da a conocer un sistema y un procedimiento de control de la emisión, incluyendo el procedimiento la determinación de la temperatura de catalizador y la temperatura de conducto de escape según varios modos predeterminados.

El documento EP 1 106 798 A1 da a conocer un dispositivo y un procedimiento de recuperación del envenenamiento con azufre de un catalizador de NO_x. El dispositivo comprende medios para aumentar la cantidad de un combustible proporcionado al motor de combustión interna y/o al dispositivo de gas de escape.

40 SUMARIO DE LA INVENCION

Es un objeto de la invención proporcionar un aparato y control de catalizador de control de gas de escape que no promueve la degradación térmica de un catalizador de control de gas de escape en un lado aguas abajo y que no provoca la reducción en la eficacia del combustible, incluso cuando se produce un fallo, por ejemplo, degradación y obstrucción, en un catalizador de control de gas de escape aguas arriba.

45 Un primer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de control de catalizador de control de gas de escape para un catalizador de control de gas de escape que se dispone en un sistema de escape de un motor de combustión interna y cuya capacidad de control de escape se reduce por envenenamiento con azufre, incluyendo el catalizador de control de gas de escape, en un sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo de un sistema de escape, al menos un primer catalizador, un segundo catalizador y un tercer catalizador, realizando el procedimiento un control de recuperación del envenenamiento con azufre en el que se realizan un proceso de aumento de temperatura de lecho de catalizador y un proceso de disminución de la relación aire-combustible suministrando combustible desde un lado aguas arriba del sistema de escape con respecto al catalizador de control de gas de escape cuando se produce envenenamiento con azufre. En el procedimiento de control, se detecta una temperatura de gas de escape del lado aguas arriba entre el primer catalizador y el segundo catalizador que son catalizadores de reducción de almacenamiento de NO_x, y se detecta una temperatura de gas de escape del lado aguas abajo en un lado aguas abajo del segundo catalizador y catalizadores posteriores que son catalizadores de reducción de almacenamiento de NO_x, en los que, en un estado en el que una relación aire-combustible disminuye hasta un valor igual a o menor que una relación aire-

5 combustible de referencia mediante el proceso de disminución de la relación aire-combustible, cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo, que se detecta en la posición aguas abajo de al menos uno del segundo catalizador y catalizadores posteriores es mayor que una temperatura de referencia para determinar si una temperatura es alta (a continuación en el presente documento, denominada "temperatura de referencia de determinación de alta temperatura"), se realiza un cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre.

10 En el primer aspecto, la temperatura de gas de escape detectada en la posición aguas abajo con respecto al catalizador de control de gas de escape objeto no se ve afectado por un fallo, por ejemplo, degradación y obstrucción, en otro catalizador de control de gas de escape situado aguas arriba con respecto al catalizador de control de gas de escape objeto. Además, puesto que la temperatura de gas de escape se obtiene inmediatamente después de que el gas de escape haya pasado a través del catalizador de control de gas de escape objeto, la temperatura de gas de escape detectada refleja la temperatura de lecho de catalizador del catalizador de control de gas de escape objeto con alta precisión. Por tanto, en el estado en el que se disminuye la relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia mediante el proceso de disminución de la relación aire-combustible, cuando una temperatura de gas de escape, que se detecta en una posición aguas abajo con respecto a al menos uno del segundo catalizador de control de gas de escape y catalizadores posteriores en el sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo, es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura, puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del catalizador de control de gas de escape, que está situado aguas arriba con respecto a la posición en la que se detecta la temperatura de gas de escape, ha alcanzado un valor en el que puede liberarse el componente de azufre. Por consiguiente, puede determinarse que el componente de azufre se libera a una relación aire-combustible baja.

15 Según el primer aspecto, en el estado en el que se disminuye la relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia mediante el proceso de disminución de la relación aire-combustible, cuando una temperatura de gas de escape, que se detecta en una posición aguas abajo con respecto a al menos uno del segundo catalizador de control de gas de escape y catalizadores posteriores en un sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo, es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura, puede obtenerse el grado de recuperación del envenenamiento con azufre con alta precisión, realizando el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre. Por consiguiente, el proceso de aumento de temperatura de lecho de catalizador y el proceso de disminución de la relación aire-combustible pueden realizarse apropiadamente mediante el control de recuperación del envenenamiento con azufre. Como resultado, no se promueve la degradación térmica del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo y no se provoca la reducción en la eficacia del combustible, incluso cuando se produce un fallo, por ejemplo, degradación y obstrucción, en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba.

20 En el procedimiento de control de catalizador de control de gas de escape según el primer aspecto de la invención, la relación aire-combustible de referencia puede fijarse en un valor igual a o menor que la relación aire-combustible estequiométrica.

25 En el procedimiento de control de catalizador de control de gas de escape según el primer aspecto y el aspecto relacionado con el primer aspecto de la invención, la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura puede fijarse en un valor en el que puede liberarse azufre desde al menos uno del segundo catalizador de control de gas de escape y catalizadores posteriores en un sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo.

30 Un segundo aspecto de la invención se refiere a un aparato de control de catalizador de control de gas de escape para un catalizador de control de gas de escape que está dispuesto en un sistema de escape de un motor de combustión interna y cuya capacidad de control de escape se reduce por envenenamiento con azufre, incluyendo el catalizador de control de gas de escape, en un sentido desde un lado aguas arriba hasta un lado aguas abajo del sistema de escape, al menos un primer catalizador, un segundo catalizador y un tercer catalizador. El aparato que realiza un control de recuperación del envenenamiento con azufre en el que se realizan un proceso de aumento de temperatura de lecho de catalizador y un proceso de disminución de la relación aire-combustible, suministrando combustible desde un lado aguas arriba del sistema de escape con respecto al catalizador de control de gas de escape cuando se produce envenenamiento con azufre. El aparato de control incluye un primer sensor de temperatura de gas de escape que detecta una temperatura de gas de escape del lado aguas arriba en una posición entre el primer catalizador y el segundo catalizador, que son catalizadores de reducción de almacenamiento de NO_x, y un segundo sensor de temperatura de gas de escape que detecta una temperatura de gas de escape del lado aguas abajo en una posición aguas abajo del segundo catalizador de control de gas de escape y catalizadores posteriores que son catalizadores de reducción de almacenamiento de NO_x; medios de detección de relación aire-combustible para detectar una relación aire-combustible de gas de escape en una posición aguas abajo con respecto a la posición en la que se realiza el suministro de combustible; y medios de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre para realizar el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre, cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo, que se detecta por el sensor de temperatura de gas de escape, es mayor que una temperatura de referencia de determinación de alta temperatura, en un estado en el que los medios de detección de relación aire-combustible han detectado que se disminuye la relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que una relación aire-combustible de referencia.

35 En el segundo aspecto, una temperatura de gas de escape detectada por el sensor de temperatura de gas de escape en una posición aguas abajo con respecto a uno del segundo catalizador de control de gas de escape y catalizadores

5 posteriores en el sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo no se ve afectado por un fallo, por ejemplo, degradación y obstrucción, en otro catalizador de control de gas de escape situado aguas arriba con respecto al catalizador de control de gas de escape objeto. Además, puesto que la temperatura de gas de escape detectada inmediatamente después de que el gas de escape haya pasado a través del catalizador de control de gas de escape objeto, que es uno del segundo catalizador de control de gas de escape y catalizadores posteriores en un sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo, la temperatura de gas de escape detectada refleja la temperatura de lecho de catalizador del catalizador de control de gas de escape objeto con alta precisión. Por tanto, en el estado en el que los medios de detección de relación aire-combustible han detectado el hecho de que se disminuye la relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia, cuando una temperatura de gas de escape detectada por el sensor de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura, puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del segundo catalizador de control de gas de escape y catalizadores posteriores en el sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo, ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre. Por consiguiente, los medios de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre pueden determinar que, a una relación aire-combustible baja, el componente de azufre se libera desde el segundo catalizador de control de gas de escape y catalizadores posteriores en el sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo.

20 Según el segundo aspecto, en el estado en el que los medios de detección de relación aire-combustible han detectado el hecho de que se disminuye la relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia, cuando la temperatura de gas de escape detectada por el sensor de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura, los medios de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre pueden obtener un grado de recuperación del envenenamiento con azufre con alta precisión realizando el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre. Por consiguiente, el proceso de aumento de temperatura de lecho de catalizador y el proceso de disminución de la relación aire-combustible pueden realizarse apropiadamente mediante el control de recuperación del envenenamiento con azufre. Como resultado, no se promueve la degradación térmica del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo y no se provoca la reducción en la eficacia del combustible, incluso cuando se produce un fallo, por ejemplo, degradación y obstrucción, en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba.

30 En el aparato de control de catalizador de control de gas de escape según el segundo aspecto de la invención, la relación aire-combustible de referencia puede fijarse en un valor igual a o menor que la relación aire-combustible estequiométrica.

En el aparato de control de catalizador de control de gas de escape según el segundo aspecto y el aspecto relacionado con el segundo aspecto de la invención, la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura puede fijarse en un valor en el que puede liberarse azufre desde al menos uno del segundo catalizador de control de gas de escape y catalizadores posteriores en un sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo.

35 En el aparato de control de catalizador de control de gas de escape según el segundo aspecto y el aspecto relacionado con el segundo aspecto de la invención, los medios de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre pueden realizar el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre, cuando se satisface al menos una de una condición de que la temperatura de gas de escape, que se detecta por el primer sensor de temperatura de gas de escape, es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura y una condición de que la temperatura de gas de escape, que se detecta por el segundo sensor de temperatura de gas de escape, es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura, en un estado en el que los medios de detección de relación aire-combustible han detectado que se disminuye la relación aire-combustible hasta el valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia.

45 En el aparato de control de catalizador de control de gas de escape según el segundo aspecto y el aspecto relacionado con el segundo aspecto de la invención, cuando se proporcionan el primer sensor de temperatura de gas de escape y el segundo sensor de temperatura de gas de escape, la temperatura de gas de escape detectada por el primer sensor de temperatura de gas de escape refleja con precisión la temperatura de lecho de catalizador del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba. Además, la temperatura de gas de escape detectada por el segundo sensor de temperatura de gas de escape refleja con precisión la temperatura de lecho de catalizador del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo.

50 Según el aspecto relacionado, cuando la temperatura de gas de escape detectada por el primer sensor de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura, puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre. Basándose en esto, puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo ya ha alcanzado un valor en el que puede liberarse el componente de azufre, o aumentará inmediatamente hasta el valor en el que puede liberarse el componente de azufre.

55 Cuando la temperatura de gas de escape detectada por el segundo sensor de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura, puede determinarse que al menos la

temperatura de lecho de catalizador de catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre.

5 Por tanto, los medios de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre realizan el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre, cuando se satisface al menos una de la condición de que una temperatura de gas de escape, que se detecta por el primer sensor de temperatura de gas de escape, es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura y la condición de que una temperatura de gas de escape, que se detecta por el segundo sensor de temperatura de gas de escape, es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura. Por tanto, puede obtenerse un grado de recuperación del envenenamiento con azufre con alta precisión. Por consiguiente, el proceso de aumento de temperatura de lecho de catalizador y el proceso de disminución de la relación aire-combustible pueden realizarse apropiadamente mediante el control de recuperación del envenenamiento con azufre. Como resultado, no se promueve la degradación térmica del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo y no se provoca la reducción en la eficacia del combustible, incluso cuando se produce un fallo, por ejemplo, degradación y obstrucción, en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba.

15 En el aparato de control de catalizador de control de gas de escape según el segundo aspecto y el aspecto relacionado con el segundo aspecto de la invención, los medios de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre pueden realizar el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre si la temperatura de gas de escape que se detecta por el primer sensor de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura en el estado en el que los medios de detección de relación aire-combustible han detectado el hecho de que se disminuye la relación aire-combustible hasta el valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia cuando no se ha producido ningún fallo en el catalizador de control de gas de escape, y pueden realizar el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre si la temperatura de gas de escape que se detecta por el segundo sensor de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura en el estado en el que los medios de detección de relación aire-combustible han detectado el hecho de que se disminuye la relación aire-combustible hasta el valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia cuando se ha producido un fallo en el primer catalizador.

30 En el aparato de control de catalizador de control de gas de escape según el segundo aspecto y el aspecto relacionado con el segundo aspecto de la invención, los medios de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre realizan el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre, si una temperatura de gas de escape que se detecta por el primer sensor de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura en el estado en el que los medios de detección de relación aire-combustible han detectado el hecho de que se disminuye la relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia cuando no se ha producido ningún fallo en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba. Cuando la temperatura de gas de escape detectada por el primer sensor de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura, puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre. Además, puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo ya ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre, o aumentará inmediatamente hasta el valor en el que puede liberarse el componente de azufre. Por tanto, puede obtenerse el grado de recuperación del envenenamiento con azufre con alta precisión. Por consiguiente, el proceso de aumento de temperatura de lecho de catalizador y el proceso de disminución de la relación aire-combustible pueden realizarse apropiadamente mediante el control de recuperación del envenenamiento con azufre.

45 Además, los medios de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre realizan el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre, si una temperatura de gas de escape que se detecta por el segundo sensor de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura en el estado en el que los medios de detección de relación aire-combustible han detectado el hecho de que se disminuye la relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que una relación aire-combustible de referencia cuando se ha producido un fallo en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba. Cuando la temperatura de gas de escape detectada por el segundo sensor de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura, puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre. Por tanto, puede obtenerse el grado de recuperación del envenenamiento con azufre con alta precisión. Por consiguiente, el proceso de aumento de temperatura de lecho de catalizador y el proceso de disminución de la relación aire-combustible pueden realizarse apropiadamente mediante el control de recuperación del envenenamiento con azufre.

60 Según el segundo aspecto y el aspecto relacionado con el segundo aspecto, no se promueve la degradación térmica del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo y no se provoca la reducción en la eficacia del combustible, incluso cuando se produce un fallo, por ejemplo, degradación y obstrucción, en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba.

- 5 En el aparato de control de catalizador de control de gas de escape según el segundo aspecto y el aspecto relacionado con el segundo aspecto de la invención, los medios de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre pueden determinar que se ha producido un fallo en el catalizador de control de gas de escape, cuando la temperatura de gas de escape detectada por el primer sensor de temperatura de gas de escape continúa siendo menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura durante el control de recuperación del envenenamiento con azufre. Por tanto, si se ha producido un fallo en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba, la temperatura de gas de escape detectada por el primer sensor de temperatura de gas de escape se vuelve menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura incluso durante el control de recuperación del envenenamiento con azufre. Si continúa un estado de este tipo, puede determinarse que se ha producido un fallo en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba. Por consiguiente, incluso cuando se produce un fallo, por ejemplo, degradación y obstrucción, en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba, no se promueve la degradación térmica del catalizador de control de gas de escape en el lado aguas abajo y no se provoca la reducción en la eficacia del combustible, puesto que los medios de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre funcionan.
- 10
- 15 En el aparato de control de catalizador de control de gas de escape según el segundo aspecto y el aspecto relacionado con el segundo aspecto de la invención, el primer catalizador y el segundo catalizador pueden configurarse de modo que sean catalizadores de reducción de almacenamiento de NO_x dispuestos en el sistema de escape del motor de combustión interna. El segundo catalizador puede constituirse usando un filtro que filtra materia particulada en el gas de escape como base y formando una capa del catalizador de reducción de almacenamiento de NO_x en el filtro. Por tanto, como el catalizador de control de gas de escape, puede emplearse la estructura mencionada anteriormente. Por consiguiente, incluso cuando se produce un fallo, por ejemplo, degradación y obstrucción, en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba, no se promueve la degradación térmica del catalizador de control de gas de escape, en el que se forma la capa del catalizador de reducción de almacenamiento de NO_x en el filtro en el lado aguas abajo, y no se provoca la reducción en la eficacia del combustible.
- 20

25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- Los objetos, características y ventajas anteriores y otros de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de realizaciones preferidas con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se usan números de referencia similares para representar elementos similares y en los que:
- 30 la figura 1 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente una estructura de un motor diésel de vehículos y un aparato de control en una primera realización;
- la figura 2 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de cálculo/determinación de la cantidad de envenenamiento con azufre S_x realizada por una ECU en la primera realización;
- la figura 3 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de fijación de indicador de determinación de liberación de azufre F_{sr} en la primera realización;
- 35 la figura 4 es un gráfico que muestra una distribución de temperatura en un sistema de escape, para describir un proceso que se realiza cuando un catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba está funcionando normalmente, en la primera realización;
- la figura 5 es un gráfico que muestra una distribución de temperatura en el sistema de escape, para describir un proceso que se realiza cuando se ha producido un fallo en el catalizador de control de gas de escape en el lado aguas arriba, en la primera realización; y
- 40 la figura 6 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de fijación de un indicador de determinación de liberación de azufre F_{sr} realizada por una ECU en una segunda realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

- 45 A continuación en el presente documento, se describirá una primera realización de la invención con referencia a los dibujos adjuntos. La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente una estructura de un motor diésel de vehículos y un aparato de control al que se aplica la invención. Obsérvese que la invención puede aplicarse a un motor de gasolina de combustión pobre o similar que tiene una estructura de catalizador similar a la de la realización.
- Un motor 2 diésel incluye una pluralidad de cilindros. En la realización, el motor 2 diésel incluye cuatro cilindros, n.º 1, n.º 2, n.º 3 y n.º 4. Una cámara 4 de combustión de cada uno de los cilindros n.º 1, n.º 2, n.º 3 y n.º 4 se acopla a un tanque 12 de compensación mediante un orificio 8 de admisión abierto/cerrado por una válvula 6 de admisión, y un colector 10 de admisión. El tanque 12 de compensación se acopla entonces a un refrigerador 14 intermedio y un lado de salida de un compresor 16a de un sobrealimentador, es decir, un turbocompresor 16 de escape en la realización, a través de un conducto 13 de admisión. Un lado de entrada del compresor 16a se acopla a un depurador 18 de aire. Un orificio 20a de suministro de un gas EGR de un conducto 20 de recirculación de gas de escape (a continuación en el presente documento, denominado "EGR") se abre al interior del tanque 12 de compensación. Se proporciona una válvula 22 de mariposa en el conducto 13 de admisión que conecta el tanque 12 de compensación al refrigerador 14
- 50
- 55

intermedio. Se proporcionan un sensor 24 de cantidad de aire de admisión y un sensor 26 de temperatura de aire de admisión entre el compresor 16a y el depurador 18 de aire.

5 La cámara 4 de combustión de cada uno de los cilindros n.º 1, n.º 2, n.º 3 y n.º 4 se acopla a un lado de entrada de una turbina 16b de escape del turbocompresor 16 de escape mediante un orificio 30 de escape abierto/cerrado por una válvula 28 de escape, y un colector 32 de escape. Un lado de salida de la turbina 16b de escape está conectado a un conducto 34 de escape. La turbina 16b de escape introduce gas de escape procedente del lado del cuarto cilindro n.º 4 en el colector 32 de escape.

10 En el conducto 34 de escape, se proporcionan tres convertidores 36, 38 y 40 catalíticos, que tiene cada uno un catalizador de control de gas de escape. En el primer convertidor 36 catalítico previsto el más aguas arriba entre los tres convertidores catalíticos, está alojado un catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x. Cuando el gas de escape está en la atmósfera oxidante (es decir, cuando la relación aire-combustible es pobre) mientras que el motor diésel está funcionando normalmente, se almacena NO_x en el catalizador de reducción de almacenamiento de NO_x.
15 Cuando el gas de escape está en la atmósfera reductora (es decir, cuando la relación aire-combustible es igual a o menor que la relación aire-combustible estequiométrica), el NO_x almacenado en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x se libera como NO, y se reduce mediante HC y CO. Por tanto, se purifica el NO_x.

20 En el segundo convertidor 38 catalítico previsto entre los otros convertidores 36 y 40, se almacena un filtro 38a que tiene una parte de pared formada en una estructura monolítica. La parte de pared está configurada de manera que fluye gas de escape a través de microporos formados en la parte de pared. Puesto que se forma una capa del catalizador de reducción de almacenamiento de NO_x sobre la superficie de microporo del filtro 38a mediante recubrimiento, se purifica NO_x tal como se describió anteriormente. Además, se captura materia particulada (a continuación en el presente documento, denominada "MP") en el gas de escape en la parte de pared del filtro. Por tanto, se inicia la oxidación de MP mediante oxígeno activo que se genera cuando se almacena NO_x en la atmósfera oxidante a una alta temperatura. Además, toda la MP se oxida mediante el oxígeno ambiental en exceso. Por tanto, no sólo se purifican los NO_x sino también la MP. Obsérvese que el primer convertidor 36 catalítico y el segundo convertidor 38 catalítico están formados de manera solidaria en la realización.
25

30 En el tercer convertidor 40 catalítico previsto el más aguas abajo de entre los tres convertidores catalíticos, está alojado un catalizador 40a de oxidación, y se oxidan HC y CO y se purifican en el mismo. Se proporciona un primer sensor 42 de relación aire-combustible aguas arriba con respecto al catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x. Se proporciona un primer sensor 44 de temperatura de gas de escape entre el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x y el filtro 38a. Entre el filtro 38a y el catalizador 40a de oxidación, se proporciona un segundo sensor 46 de temperatura de gas de escape cerca del filtro 38a, y se proporciona un segundo sensor 48 de relación aire-combustible cerca del catalizador 40a de oxidación.

35 Cada uno del primer sensor 42 de relación aire-combustible y el segundo sensor 48 de relación aire-combustible detecta una relación aire-combustible en el gas de escape en una posición del mismo basándose en componentes del gas de escape, y produce de manera lineal una señal de tensión proporcional a la relación aire-combustible. El primer sensor 44 de temperatura de gas de escape y el segundo sensor 46 de temperatura de gas de escape detectan una temperatura de gas de escape Texin y una temperatura de gas de escape Texout en una posición del mismo.

40 Se proporciona un tubo de un sensor 50 de diferencia de presión en cada uno del lado aguas arriba y el lado aguas abajo del filtro 38a. El sensor 50 de diferencia de presión detecta una diferencia de presión entre el lado aguas arriba y el lado aguas abajo del filtro 38a, para detectar una obstrucción en el filtro 38a.

Una entrada 20b de gas EGR del conducto 20 de EGR se abre hacia el interior del colector 32 de escape. La entrada 20b de gas EGR se abre en el lado del primer cilindro n.º 1, que es opuesto al lado del cuarto cilindro n.º 4 en el que la turbina 16b de escape introduce el gas de escape.

45 En el conducto 20 de EGR, se proporciona un catalizador 52 de EGR de hierro para reformar el gas EGR en el lado de la entrada 20b de gas EGR. Además, se proporciona un refrigerador 54 de EGR para refrigerar el gas EGR aguas abajo con respecto al catalizador 52 de EGR de hierro en el conducto 20 de EGR. El catalizador 52 de EGR también tiene una función de impedir la obstrucción en el refrigerador 54 de EGR. Se proporciona una válvula 56 de EGR en el lado del orificio 20a de suministro de gas EGR. Puede ajustarse la cantidad de gas EGR suministrado desde el orificio 20a de suministro de gas EGR al sistema de admisión ajustando la cantidad de apertura de la válvula 56 de EGR.

50 Una válvula 58 de inyección de combustible, que se proporciona en cada uno de los cilindros n.º 1 a n.º 4 y que inyecta directamente combustible en el interior de la cámara 4 de combustión, se acopla a un riel 60 común mediante un tubo 58 de suministro de combustible. Se suministra combustible desde una bomba 62 de combustible variable de cantidad de descarga controlada eléctricamente en el interior del riel 60 común, y se distribuye combustible a alta presión suministrado desde la bomba 62 de combustible en el interior del riel 60 común a cada válvula 58 de inyección de combustible mediante cada tubo 58a de suministro de combustible. Un sensor 64 de presión de combustible para detectar una presión de combustible se une al riel 60 común.
55

Además, se suministra combustible a baja presión a una válvula 68 de suministro mediante un tubo 66 de suministro de combustible desde la bomba 62 de combustible. La válvula 68 de suministro se proporciona en el orificio 30 de escape

del cuarto cilindro n.º 4, y suministra combustible al gas de escape inyectando combustible en el lado de la turbina 16b de escape. Debido a este suministro de combustible, se realiza un modo de control de catalizador, que va a describirse más adelante.

5 Una unidad 70 de control electrónico (a continuación en el presente documento, denominada "ECU") incluye principalmente un ordenador digital dotado de una CPU, ROM, RAM y similares, y un circuito de accionamiento para accionar diversos dispositivos. La ECU 70 lee las señales procedentes del sensor 24 de cantidad de aire de admisión, el sensor 26 de temperatura de aire de admisión, el primer sensor 42 de relación aire-combustible, el primer sensor 44 de temperatura de gas de escape, el segundo sensor 46 de temperatura de gas de escape, el segundo sensor 48 de relación aire-combustible, el sensor 50 de diferencia de presión, un sensor de cantidad de apertura de la válvula de EGR en la válvula 56 de ECG, el sensor 64 de presión de combustible y un sensor 22a de cantidad de apertura de la válvula de mariposa. Además, la ECU 70 lee las señales procedentes de un sensor 74 de cantidad de funcionamiento del pedal del acelerador para detectar una cantidad de funcionamiento de un pedal 72 del acelerador, y un sensor 76 de temperatura de refrigerante para detectar una temperatura de un refrigerante para el motor 2 diésel. Además, la ECU 70 lee las señales procedentes de un sensor 80 de velocidad de rotación del motor para detectar una velocidad de rotación NE de un cigüeñal 78, y un sensor 82 de identificación de cilindro para identificar un cilindro detectando una fase de rotación del cigüeñal 78 o una fase de rotación de una leva de entrada.

Basándose en el estado de funcionamiento del motor obtenido basándose en estas señales, la ECU 70 realiza un control del momento de la inyección de combustible y la cantidad de inyección de combustible usando la válvula 58 de inyección de combustible. Además, la ECU 70 realiza un control de la cantidad de apertura de la válvula 56 de EGR, un control de la cantidad de apertura de la válvula de mariposa usando un motor 22b, y un control de la cantidad de descarga desde la bomba 62 de combustible, y además, un control de la recuperación de MP y un control de recuperación del envenenamiento con azufre, que van a describirse más adelante. Por ejemplo, se realiza un control de EGR para ajustar una cantidad de apertura de la válvula de mariposa y la cantidad de apertura de la válvula de EGR en coordinación, de manera que una tasa de EGR se vuelve igual a una tasa de EGR objetivo que se fija basándose en una carga del motor y la velocidad de rotación del motor NE. Además, se realiza un control de retroalimentación de la cantidad de aire de admisión para ajustar la cantidad de apertura de la válvula de EGR de manera que una cantidad de aire de admisión se vuelve igual a una cantidad de aire de admisión objetivo que se fija basándose en la carga del motor y la velocidad de rotación del motor NE (el valor objetivo para una rotación del motor). En la realización, la cantidad de inyección de combustible se usa como la carga del motor. Sin embargo, la cantidad de funcionamiento del pedal del acelerador puede usarse como la carga del motor.

Un modo de combustión realizado por la ECU 70 incluye dos tipos de modo de combustión, que son, un modo de combustión normal y un modo de combustión a baja temperatura. La ECU 70 selecciona el modo de combustión de entre estos dos modos de combustión según el estado de funcionamiento. En el modo de combustión a baja temperatura, se ralentiza un aumento en la temperatura de combustión mediante una gran cantidad de escape recirculado, y se reducen simultáneamente las cantidades tanto de NO_x como de humo. En la realización, el modo de combustión a baja temperatura se realiza principalmente en una zona en la que se aplica una carga baja y la velocidad de rotación es baja o media. El modo de combustión distinto al modo de combustión a baja temperatura es el modo de combustión normal en el que se realiza un control de EGR normal (incluyendo un caso en el que no se realiza la recirculación de gas de escape).

Un modo de control de catalizador, en el que se realiza un proceso de control para el catalizador, incluye un modo de control de recuperación de MP, un modo de control de recuperación del envenenamiento con azufre, un modo de control de reducción de NO_x y un modo de control normal. En el modo de recuperación de MP, se quema la MP acumulada sobre el filtro 38a en el segundo convertidor 38 catalítico aumentando la temperatura, tal como se describió anteriormente, se descompone en CO₂ y H₂O, y se libera. En este modo, se aumenta la temperatura de lecho de catalizador (hasta de 600 a 700°C, por ejemplo) suministrando combustible repetidamente desde la válvula 68 de suministro a una relación aire-combustible mayor que la relación aire-combustible estequiométrica. Además, puede realizarse una inyección de combustible posterior mediante la válvula 58 de inyección de combustible.

En el modo de control de recuperación del envenenamiento con azufre, si se produce envenenamiento con azufre en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x y el filtro 38a, y se reduce la capacidad de almacenamiento de NO_x del mismo, se hace que el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x y el filtro 38a liberen el componente de azufre desde el mismo de modo que se recupere del envenenamiento con azufre. En este modo, se realiza el proceso de aumento de temperatura suministrando combustible repetidamente desde la válvula 68 de suministro y aumentando la temperatura de lecho de catalizador (hasta de 600 a 700°C, por ejemplo). Además, se realiza el proceso de disminución de la relación aire-combustible para disminuir la relación aire-combustible hasta un valor igual a o ligeramente menor que la relación aire-combustible estequiométrica. En este modo, puede realizarse una inyección de combustible posterior mediante la válvula 58 de inyección de combustible.

En el modo de control de reducción de NO_x, el NO_x almacenado en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x y el filtro 38a se reduce a N₂, CO₂ y H₂O, y se libera. En este modo, se realiza el proceso para disminuir una relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que la relación aire-combustible estequiométrica haciendo la temperatura de lecho de catalizador relativamente baja (de 250 a 500°C, por ejemplo) suministrando combustible intermitentemente desde la válvula 68 de suministro a intervalos de tiempo relativamente largos.

- El modo distinto a estos tres modos de control de catalizador es el modo de control normal. En el modo de control normal, no se realizan el suministro de combustible desde la válvula 68 de suministro ni la inyección posterior mediante la válvula 58 de inyección de combustible. El diagrama de flujo en la figura 2 muestra la rutina de cálculo/determinación de la cantidad de envenenamiento con azufre S_x realizada por la ECU 70. En la rutina, se calcula la cantidad de envenenamiento con azufre S_x para el catalizador de reducción de almacenamiento de NO_x en el filtro 38a y el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x , y si se determina si ha de realizarse un proceso de control de recuperación del envenenamiento con azufre, que va a describirse más adelante. La rutina se realiza como una interrupción a intervalos predeterminados.
- 5
- 10 Cuando se inicia la rutina, se determina inicialmente en la etapa S100 si está realizándose un control de liberación de azufre en el control de recuperación del envenenamiento con azufre. El “control de liberación de azufre” significa el control para hacer que el catalizador libere el componente de azufre desde el mismo y se recupere del envenenamiento con azufre realizando el proceso de disminución de la relación aire-combustible tras aumentarse la temperatura de lecho de catalizador mediante el proceso de aumento de temperatura durante el control de recuperación del envenenamiento con azufre.
- 15 Cuando se determina que el propio control de recuperación del envenenamiento con azufre no está realizándose (“NO” en la etapa S100), se calcula la cantidad de envenenamiento con azufre S_x según una ecuación “1” en la etapa S106.
- $$S_x \leftarrow S_{xold} + S_{inc} \dots [\text{ecuación 1}]$$
- 20 En este caso, un valor previo S_{xold} en el lado derecho es la cantidad de envenenamiento con azufre S_x que se calcula en el ciclo de control previo. Una cantidad de aumento del envenenamiento con azufre S_{inc} muestra una cantidad de componente de azufre en el combustible que va a suministrarse al filtro 38a y al catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x durante un ciclo de control. La cantidad de componente de azufre se obtiene basándose en una cantidad de inyección de combustible Q desde la válvula 58 de inyección de combustible y la velocidad de rotación del motor NE según un mapa o mediante cálculo.
- 25 A continuación, se determina en la etapa S108 si la cantidad de envenenamiento con azufre S_x es menor que un valor de referencia S_{max} . El valor de referencia S_{max} significa la máxima cantidad de envenenamiento para el filtro 38a y el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x que se fija para iniciar el control de recuperación del envenenamiento con azufre.
- 30 Cuando la cantidad de envenenamiento con azufre S_x es menor que el valor de referencia S_{max} ($S_x < S_{max}$) (“SÍ” en la etapa S108), entonces se determina en la etapa S112 si la cantidad de envenenamiento con azufre S_x es mayor que “0” ($S_x > “0”$). Cuando se determina que la cantidad de envenenamiento con azufre S_x es mayor que “0” ($S_x > “0”$) (“SÍ” en la etapa S112), finaliza la rutina.
- 35 Después de esto, cuando no está realizándose el control de liberación de azufre, se realiza repetidamente el cálculo según la ecuación “1”. Cuando la cantidad de envenenamiento con azufre S_x aumenta y se vuelve igual a o mayor que el valor de referencia S_{max} ($S_x \geq S_{max}$) (“NO” en la etapa S108), el control de recuperación del envenenamiento con azufre se fija para realizarse en S110. Por tanto, se realiza el control de recuperación del envenenamiento con azufre. Entonces, se realiza el proceso de aumento de temperatura para aumentar las temperaturas del filtro 38a y el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x , y se realiza el proceso de disminución de la relación aire-combustible para enriquecer la relación aire-combustible (disminuyendo la relación aire-combustible hasta un valor igual a o ligeramente menor que la relación aire-combustible estequiométrica, en la realización) suministrando combustible desde la válvula 68 de suministro.
- 40
- 45 En el siguiente ciclo de control, en el caso en el que está realizándose el control de recuperación del envenenamiento con azufre, está realizándose el proceso de aumento de temperatura y no se ha realizado aún el control de liberación de azufre mediante el proceso de disminución de la relación aire-combustible (“NO” en la etapa S100), se calcula la cantidad de envenenamiento con azufre S_x según la ecuación “1”, tal como se describió anteriormente. Por tanto, la cantidad de envenenamiento con azufre S_x no ha empezado a disminuir.
- 50 Cuando la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a ha alcanzado la temperatura de lecho de catalizador objetivo (por ejemplo, 650°C), se inicia el control de liberación de azufre mediante el proceso de disminución de la relación aire-combustible, y se ajusta la relación aire-combustible en el gas de escape a la relación aire-combustible objetivo (una relación aire-combustible ligeramente menor que la relación aire-combustible estequiométrica, en la realización) suministrando combustible desde la válvula 68 de suministro. Cuando se inicia el control de liberación de azufre de este modo (“SÍ” en la etapa S100), entonces se determina en la etapa S102 si un indicador de determinación de liberación de azufre F_{sr} está activada (“ON”). El indicador de determinación de liberación de azufre F_{sr} es un indicador que se fija mediante una rutina de fijación de indicador de determinación de liberación de azufre F_{sr} mostrada en la figura 3, y muestra si el componente de azufre puede liberarse realmente desde el filtro 38a y el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x .
- 55
- La rutina de fijación de indicador de determinación de liberación de azufre F_{sr} se describirá con referencia a la figura 3. Esta rutina se realiza repetidamente a intervalos predeterminados. Cuando se inicia la rutina, se determina inicialmente en la etapa S202 si está realizándose el control de liberación de azufre. Cuando se determina que no está realizándose

el control de liberación de azufre ("NO" en la etapa S202), se fija el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr en "OFF" (desactivado) en la etapa S212. Entonces finaliza la rutina. Por consiguiente, cuando no está realizándose el control de liberación de azufre, el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr se mantiene en "OFF" (Fsr = "OFF").

5 Cuando se realiza el control de recuperación del envenenamiento con azufre y se realiza el control de liberación de azufre mediante el proceso de disminución de la relación aire-combustible en el control de recuperación del envenenamiento con azufre ("SÍ" en la etapa S202), entonces se determina en la etapa S204 si una relación aire-combustible AF detectada realmente por el segundo sensor 48 de relación aire-combustible es igual a o menor que una relación aire-combustible de referencia AFr a la que puede liberarse el componente de azufre ($AFr = "14,3"$, en la realización). En el control de liberación de azufre, debido al suministro de combustible desde la válvula 68 de suministro y un aumento en la tasa de EGR, se realiza el proceso de disminución de la relación aire-combustible de modo que disminuye la relación aire-combustible hasta una relación aire-combustible objetivo, que es ligeramente menor que la relación aire-combustible estequiométrica (la relación aire-combustible $\leq "14,3"$, en la realización).

10 Cuando la relación aire-combustible AF es todavía mayor que la relación aire-combustible de referencia AFr ($AF > AFr$) incluso tras realizar el proceso de disminución de la relación aire-combustible ("NO" en la etapa S204), se fija el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr en "OFF" en la etapa S212, con la suposición de que el componente de azufre no se ha liberado. Entonces finaliza la rutina. Por tanto, aunque la relación aire-combustible AF es mayor que la relación aire-combustible de referencia AFr, el indicador de determinación de liberación de azufre se mantiene en "OFF" (Fsr = "OFF").

15 Cuando la relación aire-combustible AF se vuelve igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia AFr ($AF \leq AFr$) ("SÍ" en la etapa S204), entonces se determina en la etapa S206 si una temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin, que se detecta por el primer sensor 44 de temperatura de gas de escape previsto entre el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x y el filtro 38a, es mayor que una temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin. La temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin refleja con precisión la temperatura de lecho de catalizador del catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x . La temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin es una temperatura de referencia que muestra el hecho de que se aumenta la temperatura de lecho de catalizador del catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x hasta un valor en el que puede liberarse el componente de azufre. La temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin es la temperatura de referencia que también muestra el hecho de que la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a en el lado aguas abajo ya ha alcanzado la temperatura a la que puede liberarse el componente de azufre o aumentará inmediatamente hasta la temperatura de lecho de catalizador a la que puede liberarse el componente de azufre.

20 Cuando se determina que la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin es igual a o menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin ($Texin \leq Tsin$) ("NO" en S206), entonces se determina en la etapa S208 si una temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout, que se detecta por el segundo sensor 46 de temperatura de gas de escape previsto aguas abajo con respecto al filtro 38a, es mayor que una temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsout. La temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout refleja con precisión la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a. La temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsout es la temperatura de referencia que también muestra el hecho de que la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38 ha aumentado hasta una temperatura a la que puede liberarse el componente de azufre.

25 Cuando se determina que la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es igual a o menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsout ($Texout \leq Tsout$) ("NO" en la etapa S208), se fija el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr en "OFF" en la etapa S212. Entonces finaliza la rutina. Por tanto, incluso cuando la relación aire-combustible AF es igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia AFr ($AF \leq AFr$), el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr se mantiene en "OFF" mientras que la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin es igual a o menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura ($Texin \leq Tsin$) y la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo es igual a o menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura ($Texout \leq Tsout$).

30 Cuando la relación aire-combustible es igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia AFr ($AF \leq AFr$) ("SÍ" en la etapa S204), y la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura ($Texin > Tsin$) ("SÍ" en la etapa S206), se fija el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr en "ON" (activado) en la etapa S210.

35 Cuando la relación aire-combustible AF es igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia AFr ($AF \leq AFr$) ("SÍ" en la etapa S204), la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin es igual a o menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin ($Texin \leq Tsin$) ("NO" en la etapa S206), y la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura ($Texout > Tsout$) ("SÍ" en la etapa S208), se fija el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr en "ON" en la etapa S210. Concretamente, en el estado en el que la relación aire-combustible AF es igual a o

menor que la relación aire-combustible de referencia ($AF \leq A_{Fr}$), cuando se satisface la condición de que la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin ($Texin > Tsin$) o la condición de que la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsout ($Texout > Tsout$), se fija el indicador de determinación de liberación de azufre en "ON".

A continuación en el presente documento, se describirá de nuevo la figura 2. Cuando el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr, que se fija tal como se describió anteriormente, está en "OFF" ("NO" en la etapa S102), el componente de azufre no se libera realmente desde el filtro 38a y el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x . Por tanto, se realiza el cálculo del aumento de la cantidad de envenenamiento con azufre Sx según la ecuación "1", en la etapa S106. Concretamente, no se realiza el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre.

Cuando el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr está en "ON" ("SÍ" en la etapa S102), el componente de azufre se libera realmente desde el filtro 38a y el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x . Por tanto, se realiza un cálculo de la disminución de la cantidad de envenenamiento con azufre Sx según una ecuación "2" en la etapa S104.

15 $Sx \leftarrow Sxold + Sinc - Sdec...$ [ecuación 2]

El valor previo Sxold y la cantidad de aumento del envenenamiento con azufre Sinc en el lado derecho son tal como se explicaron en la descripción de la ecuación "1". Una cantidad de liberación de azufre Sdec muestra una cantidad del componente de azufre liberado desde el filtro 38a y el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x durante un ciclo de control. La cantidad de liberación de azufre Sdec se fija en un valor predeterminado. Puesto que la cantidad de aumento del envenenamiento con azufre Sinc es considerablemente menor que la cantidad de liberación de azufre Sdec ($Sinc \ll Sdec$), la cantidad de envenenamiento con azufre Sx disminuye mediante el cálculo según la ecuación "2". Concretamente, se realiza el cálculo de la recuperación del envenenamiento con azufre.

Por tanto, cuando se realiza una determinación afirmativa en la etapa S102, se disminuye repetidamente la cantidad de envenenamiento con azufre Sx.

25 Cuando la cantidad de envenenamiento con azufre Sx se vuelve igual a o menor que "0" ($Sx \leq 0$) ("NO" en la etapa S112) debido a una disminución en la cantidad de envenenamiento con azufre Sx, entonces se determina en la etapa S114 si está realizándose el control de recuperación del envenenamiento con azufre. En este caso, puesto que está realizándose el control de recuperación del envenenamiento con azufre ("SÍ" en la etapa S114), el control de recuperación del envenenamiento con azufre se fija para que se detenga, en la etapa S116. El control de recuperación del envenenamiento con azufre se detiene de este modo.

Entonces, el valor de la cantidad de envenenamiento con azufre Sx se vuelve a fijar a "0" en la etapa S118, tras lo cual finaliza la rutina. En el siguiente ciclo de control, no se realiza el control de liberación de azufre puesto que se detiene el control de recuperación del envenenamiento con azufre ("NO" en la etapa S100). Por consiguiente, se inicia el cálculo del aumento de la cantidad de envenenamiento con azufre Sx según la ecuación "1", y el proceso vuelve al estado inicial.

La figura 4 muestra una distribución de temperatura en el sistema de escape cuando se realiza el control de liberación de azufre en el estado en el que no se ha producido ningún fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x . En este caso, la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin detectada en una posición p2 del primer sensor 44 de temperatura de gas de escape se aproxima a una temperatura de lecho de catalizador Ta del catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x (mostrado mediante "CatA") y una temperatura de lecho de catalizador Tb del filtro 38a (mostrado mediante "CatB"), y realmente tiene una alta correlación con las temperaturas de lecho de catalizador Ta y Tb. La temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout detectada en una posición p5 del segundo sensor 46 de temperatura de gas de escape se aproxima a la temperatura de lecho de catalizador Tb del filtro 38a (CatB), y realmente tiene una alta correlación con la temperatura de lecho de catalizador Tb. Por tanto, cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura ($Texin > Tsin$), puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x ha aumentado hasta un valor en el que puede liberarse el componente de azufre. Además, puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a ha alcanzado un valor en el que puede liberarse el componente de azufre o aumentará inmediatamente hasta el valor en el que puede liberarse el componente de azufre. Cuando se determina que la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsout ($Texout > Tsout$), puede determinarse que al menos la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre.

La figura 5 muestra una distribución de temperatura en el sistema de escape cuando está realizándose el control de liberación de azufre en el estado en el que se ha producido un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x debido a la degradación del mismo. En este caso, la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin detectada en la posición p2 del primer sensor 44 de temperatura de gas de escape se aproxima a la temperatura de lecho de catalizador Ta del catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x (CatA), y tiene una

5 alta correlación con las temperaturas de lecho de catalizador Ta. Sin embargo, la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin no se aproxima a la temperatura de lecho de catalizador Tb del filtro 38a (CatB), y tiene una baja correlación con la temperatura de lecho de catalizador Tb. Sin embargo, la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout detectada en la posición p5 del segundo sensor 46 de temperatura de gas de escape se aproxima a la temperatura de lecho de catalizador Tb del filtro 38a (CatB) y tiene una alta correlación con la temperatura de lecho de catalizador Tb.

10 Por consiguiente, en el caso de la figura 4 en el que no se ha producido ningún fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x, al menos el grado de la temperatura de lecho de catalizador Tb del filtro 38a (CatB) puede determinarse en el momento presente o inmediatamente después del momento presente basándose en la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin, o la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout. Por tanto, cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Teout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsout (Texout > Tsout), se aplica la ecuación "2", y se realiza el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre.

15 En el caso de la figura 5 en el que se ha producido un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x, cuando el grado de la temperatura de lecho de catalizador Tb del filtro 38a (CatB) se determina basándose en la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin, incluso si la temperatura de lecho de catalizador Tb aumenta realmente de manera suficiente según se muestra mediante una línea continua, se estima que la temperatura de lecho de catalizador Tb es considerablemente baja según se muestra mediante una línea discontinua (ΔT_{cat}). Por consiguiente, no sólo la temperatura de lecho de catalizador del catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x sino también la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a se estima que es menor que la temperatura de lecho de catalizador a la que puede liberarse el componente de azufre. Sin embargo, incluso en un caso de este tipo, la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout se aproxima a la temperatura de lecho de catalizador Tb del filtro 38a (CatB) y tiene una alta correlación con la temperatura de lecho de catalizador Tb. Por tanto, se estima el grado de la temperatura de lecho de catalizador Tb del filtro 38a (Cat B) según se muestra mediante la línea continua, y se aplica la ecuación "2" con la suposición de que se libera el componente de azufre. Por tanto, se realiza el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre.

25 En la estructura mencionada anteriormente, el segundo sensor 48 de relación aire-combustible corresponde a medios de detección de relación aire-combustible. Las etapas S102, S104 y S106 de la rutina de cálculo/determinación de la cantidad de envenenamiento con azufre Sx (figura 2) realizada por la ECU 70 y la rutina de fijación de indicador de determinación de liberación de azufre Fsr (figura 3) corresponden al proceso como medios de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre.

30 Según la primera realización descrita hasta el momento, puede obtenerse el siguiente efecto.

35 (α) Cuando se proporcionan el primer sensor 44 de temperatura de gas de escape y el segundo sensor 46 de temperatura de gas de escape, la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin detectada por el primer sensor 44 de temperatura de gas de escape muestra una temperatura que refleja con precisión la temperatura de lecho de catalizador del catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x en el lado aguas arriba de entre los dos catalizadores de control de gas de escape (el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x y el filtro 38a). Por consiguiente, cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin, puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x en el lado aguas arriba ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre. Basándose en esto, puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a en el lado aguas abajo ya ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre o aumentará inmediatamente hasta el valor en el que puede liberarse el componente de azufre.

45 La temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout detectada por el segundo sensor 46 de temperatura de gas de escape refleja con precisión una temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a en el lado aguas abajo de entre los dos catalizadores de control de gas de escape. Por consiguiente, cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsout, puede determinarse que al menos la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a en el lado aguas abajo ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre.

50 Por consiguiente, en el estado en el que se disminuye la relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia AFr, cuando se satisface al menos una de la condición de que la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin y la condición de que la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsout, se realiza el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre. Por tanto, el grado de recuperación del envenenamiento con azufre, es decir, la cantidad de envenenamiento con azufre Sx obtenida según la ecuación "2", puede obtenerse con alta precisión. Por tanto, el proceso de aumento de temperatura para la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a y el proceso de disminución de la relación aire-combustible pueden realizarse apropiadamente mediante el control de recuperación del envenenamiento con azufre. Por consiguiente, incluso cuando se ha producido un fallo, por ejemplo, degradación y

obstrucción, en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x en el lado aguas arriba, no se promueve la degradación térmica del filtro 38a en el lado aguas abajo, y no se provoca la reducción en la eficacia del combustible.

5 A continuación en el presente documento, se describirá una segunda realización de la invención. En la segunda realización, en lugar de la rutina de fijación de indicador de determinación de liberación de azufre Fsr mostrada en la figura 3, se realiza una rutina de fijación de indicador de determinación de liberación de azufre Fsr mostrada en la figura 6. La rutina de cálculo/determinación de la cantidad de envenenamiento con azufre Sx (figura 2) y la estructura de hardware son las mismas que en la primera realización. Por tanto, se hará la descripción de la segunda realización con referencia también a las figuras 1 y 2.

10 Se describirá la rutina de fijación de indicador de determinación de liberación de azufre Fsr (figura 6). La rutina se realiza repetidamente a intervalos predeterminados. Cuando se inicia la rutina, se determina inicialmente en la etapa S302 si está realizándose el control de liberación de azufre. Cuando se determina que no está realizándose el control de liberación de azufre ("NO" en la etapa S302), se fija el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr en "OFF" en la etapa S320. Entonces finaliza la rutina. Por consiguiente, cuando no está realizándose el control de liberación de azufre, el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr se mantiene en "OFF" (Fsr = "OFF").

15 Cuando se realiza el control de recuperación del envenenamiento con azufre y se realiza el control de liberación de azufre en el control de recuperación del envenenamiento con azufre ("SÍ" en la etapa S302), entonces se determina en la etapa S304 si la relación aire-combustible AF detectada por el segundo relación aire-combustible 48 es igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia AFR a la que puede liberarse el componente de azufre. La relación aire-combustible de referencia AFR es tal como se explicó en la descripción de la etapa S204 en la figura 3. El proceso de disminución de la relación aire-combustible en el control de liberación de azufre es tal como se explicó en la descripción de la etapa S204 en la figura 3.

20 Cuando la relación aire-combustible AF es mayor que la relación aire-combustible de referencia AFR incluso tras realizarse el proceso de disminución de la relación aire-combustible ("NO" en la etapa S304), se fija el indicador de determinación de liberación de azufre en "OFF" en la etapa S320 con la suposición de que el componente de azufre no se ha liberado. Entonces finaliza la rutina. Por tanto, mientras que la relación aire-combustible AF es mayor que la relación aire-combustible de referencia AFR ($AF > AFR$), el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr se mantiene en "OFF" (Fsr = "OFF").

25 Cuando la relación aire-combustible AF se vuelve igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia AFR ($AF \leq AFR$) ("SÍ" en la etapa S304), entonces se determina en la etapa S306 si se determina que el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x en el lado aguas arriba no tiene un fallo. La determinación en cuanto a si se ha producido un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x se describirá más adelante.

30 Cuando se determina que el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x no tiene un fallo ("SÍ" en la etapa S306), entonces se determina en la etapa S308 si la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin detectada por el primer sensor 44 de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin. La temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin y la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin son tal como se explicaron en la descripción de la etapa S206 en la figura 3.

35 Cuando se determina que la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin ($\text{Texin} > \text{Tsin}$) ("SÍ" en la etapa S308), se fija el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr en "ON" en la etapa S318.

40 Por otra parte, cuando se determina que la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin es igual a o menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin ($\text{Texin} \leq \text{Tsin}$) ("NO" en la etapa S308), se mide el tiempo en el que la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin se mantiene igual a o menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin ($\text{Texin} \leq \text{Tsin}$) en la etapa S310. Se mide el tiempo de continuación para determinar si se ha producido un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x . Concretamente, si la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin se mantiene igual a o menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura Tsin ($\text{Texin} \leq \text{Tsin}$) incluso cuando está realizándose el control de liberación de azufre tras realizarse el proceso de aumento de temperatura en el control de recuperación del envenenamiento con azufre, puede determinarse que se ha producido un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x .

45 A continuación, se determina en la etapa S312 si el tiempo de continuación ha superado un tiempo de referencia de determinación de fallo. Cuando se determina que el tiempo de continuación es igual a o más corto que el tiempo de referencia de determinación de fallo (tiempo de continuación \leq tiempo de referencia de determinación de fallo) ("NO" en la etapa S312), el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr se mantiene en "OFF" en la etapa S320. Entonces finaliza la rutina.

50 Entonces, se mide repetidamente el tiempo de continuación en la etapa S310 y el tiempo de continuación se vuelve más largo que el tiempo de referencia de determinación de fallo ("SÍ" en la etapa S312), se determina en la etapa S314 que

se ha producido un fallo en el catalizador en el lado aguas arriba. Concretamente, se determina que se ha producido un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x , y el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x apenas sirve como catalizador.

5 A continuación, se determina en la etapa S316 si la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout detectada por el segundo sensor 46 de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{out} . La temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout y la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{out} son tal como se explicaron en la descripción de la etapa S208 en la figura 3.

10 Cuando se determina que la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es igual a o menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{out} ($\text{Texout} \leq T_{\text{out}}$) ("NO" en la etapa S316), se fija el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr en "OFF" en la etapa S320. Entonces finaliza la rutina. En la siguiente rutina de control, puesto que se ha determinado que se ha producido un fallo en el catalizador 36 de reducción de almacenamiento de NO_x ("NO" en la etapa S306), se determina inmediatamente en la etapa S316 si la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{out} . Cuando se determina que la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es igual a o menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{out} ($\text{Texout} \leq T_{\text{out}}$) ("NO" en la etapa S316), se fija el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr en "OFF" en la etapa S320.

15 Por tanto, incluso si la relación aire-combustible AF es igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia AFr ($\text{AF} \leq \text{AFr}$), cuando se ha producido un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x y la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es igual a o menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{out} ($\text{Texout} \leq T_{\text{out}}$), el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr se mantiene en "OFF". Inmediatamente después de que se realiza una determinación en la etapa S314 de que se ha producido un fallo en el catalizador en el lado aguas arriba, o en la etapa S316 en el siguiente ciclo, si se determina que la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{out} ($\text{Texout} > T_{\text{out}}$) ("SÍ" en la etapa S316), se fija el indicador de determinación de liberación de azufre en "ON" en la etapa S318. Puesto que la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{out} ($\text{Texout} > T_{\text{out}}$) ("SÍ" en la etapa S316) en el siguiente ciclo de control también, el indicador de determinación de liberación de azufre se mantiene en "ON" (Fsr = "ON") en la etapa S318.

20 Por consiguiente, incluso si se ha producido un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x , cuando la relación aire-combustible AF es igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia AFr ($\text{AF} \leq \text{AFr}$), y la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{out} ($\text{Texout} > T_{\text{out}}$), puede liberarse el componente de azufre desde el filtro 38a en el lado aguas abajo. Por tanto, se fija el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr en "ON".

25 Por tanto, la rutina de cálculo/determinación de la cantidad de envenenamiento con azufre Sx (figura 2) se realiza tal como se describió anteriormente, basándose en si el indicador de determinación de liberación de azufre Fsr está en "ON" o en "OFF". En la estructura mencionada anteriormente, el segundo sensor 48 de relación aire-combustible corresponde a medios de detección de relación aire-combustible. Las etapas S102, S104 y S106 en la rutina de cálculo/determinación de la cantidad de envenenamiento con azufre Sx (figura 2) realizada por la ECU 70 y la rutina de fijación de indicador de determinación de liberación de azufre Fsr (figura 6) corresponden al proceso como medios de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre.

Según la segunda realización descrita hasta ahora, puede obtenerse el siguiente efecto.

30 (β) Tal como se describió en la primera realización, cuando la temperatura de gas de escape aguas arriba Texin es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{sin} , puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x en el lado aguas arriba ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre. Basándose en esto, puede determinarse que la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a en el lado aguas abajo ya ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre, o aumentará inmediatamente hasta el valor en el que puede liberarse el componente de azufre. Cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{out} , puede determinarse que al menos la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a en el lado aguas abajo ha alcanzado el valor en el que puede liberarse el componente de azufre.

35 Por tanto, en el caso en el que no se ha producido ningún fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x en el lado aguas arriba, se realiza el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre, cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{sin} en el estado en el que se disminuye la relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia AFr. Por tanto, puede obtenerse el grado de recuperación del envenenamiento con azufre con alta precisión. En la realización, la cantidad de envenenamiento con azufre Sx según la ecuación "2" puede obtenerse con alta precisión.

5 En el caso en el que se ha producido un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x en el lado aguas arriba, se realiza el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{sout} en el estado en el que se disminuye la relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia AFR. Por tanto, puede obtenerse el grado de recuperación del envenenamiento con azufre con alta precisión. En la realización, la cantidad de envenenamiento con azufre S_x según la ecuación "2" puede obtenerse con alta precisión.

10 Por consiguiente, el proceso de aumento de temperatura para la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a y el proceso de disminución de la relación aire-combustible pueden realizarse apropiadamente mediante el control de recuperación del envenenamiento con azufre. Como resultado, no se promueve la degradación térmica del filtro 38a en el lado aguas abajo y no se provoca la reducción en la eficacia del combustible, incluso cuando se produce un fallo, por ejemplo, degradación y obstrucción, en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x en el lado aguas arriba.

15 A continuación en el presente documento, se describirán otras realizaciones. (a) En las realizaciones mencionadas anteriormente, se proporciona una estructura que incluye dos catalizadores de control de gas de escape (el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x y el filtro 38a) que son objeto de envenenamiento con azufre. Sin embargo, una estructura puede incluir tres o más catalizadores de control de gas de escape que son objeto de envenenamiento con azufre. Pueden obtenerse los efectos mencionados anteriormente realizando el control en las realizaciones mencionadas anteriormente basándose en las temperaturas de gas de escape en el lado aguas arriba y el
20 lado aguas abajo de al menos uno del segundo catalizador de control de gas de escape y catalizadores posteriores en un sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo.

25 (b) En las realizaciones mencionadas anteriormente, cada uno del segundo catalizador de control de gas de escape y los catalizadores posteriores en un sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo tiene una estructura en la que se usa un filtro para filtrar MP en el gas de escape como base y se forma la capa del catalizador de reducción de almacenamiento de NO_x sobre el filtro. Sin embargo, puede usarse un catalizador que tiene la misma estructura que la del catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x en el lado aguas arriba.

30 (c) En la primera realización, la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin, que se detecta por el primer sensor 44 de temperatura de gas de escape previsto aguas arriba con respecto al filtro 38a, y la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout, que se detecta por el segundo sensor 46 de temperatura de gas de escape previsto aguas abajo con respecto al filtro 38a, son objeto de determinación independientemente de si se ha producido un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x . En la segunda realización, cuando el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x está funcionando apropiadamente, la temperatura de gas de escape del lado aguas arriba Texin es objeto de determinación. Cuando existe un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x , la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es objeto de determinación.

35 A diferencia de esto, el indicador de determinación de liberación de azufre F_{sr} puede fijarse determinando si la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor/menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{sout} independientemente de si se ha producido un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x . Concretamente, cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{sout} ($\text{Texout} > T_{\text{sout}}$) durante el proceso de disminución de la relación aire-combustible, se fija el indicador de determinación de liberación de azufre F_{sr} en "ON". Por otra parte, cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo Texout es igual a o menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura T_{sout} ($\text{Texout} \leq T_{\text{sout}}$) durante el proceso de disminución de la relación aire-combustible, se fija el indicador de determinación de liberación de azufre F_{sr} en "OFF".
40

45 Como resultado, incluso cuando se produce un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x , no se promueve la degradación térmica del filtro 38a y no se provoca la reducción en la eficacia del combustible, puesto que la temperatura de lecho de catalizador del filtro 38a puede obtenerse con alta precisión.

50 (d) En el proceso de fijación de indicador de determinación de liberación de azufre F_{sr} (figura 6) en la segunda realización, se mide el tiempo de continuación (etapa S310) durante el control de liberación de azufre. Sin embargo, puede realizarse la determinación de fallo iniciando la medición del tiempo de continuación a partir del proceso de aumento de temperatura realizado al comienzo del control de recuperación del envenenamiento con azufre. Además, en lugar de realizar las etapas S310 y S312, puede determinarse en la etapa S314 que se ha producido un fallo en el catalizador 36a de reducción de almacenamiento de NO_x , inmediatamente después de que se realiza una determinación negativa en la etapa S308.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control de catalizador de control de gas de escape para un catalizador (36, 38, 40) de control de gas de escape
- 5 que está dispuesto en un sistema de escape de un motor de combustión interna y cuya capacidad de control de escape se reduce por envenenamiento con azufre,
- incluyendo el catalizador (36, 38, 40) de control de gas de escape, en un sentido desde el lado aguas arriba hasta un lado aguas abajo del sistema de escape, al menos un primer catalizador (36a), un segundo catalizador (38a) y un tercer catalizador (40a),
- realizando el procedimiento un control de recuperación del envenenamiento con azufre
- 10 en el que se realizan un proceso de aumento de temperatura de lecho de catalizador y un proceso de disminución de la relación aire-combustible suministrando combustible desde un lado aguas arriba del sistema de escape con respecto al catalizador (36, 38, 40) de control de gas de escape cuando se produce envenenamiento con azufre,
- caracterizándose el procedimiento por:
- 15 detectar una temperatura de gas de escape del lado aguas arriba (Texin) entre el primer catalizador (36a) y el segundo catalizador (38a) que son catalizadores de reducción de almacenamiento de NO_x, y
- detectar una temperatura de gas de escape del lado aguas abajo (Texout) en un lado aguas abajo del segundo catalizador (38a) y catalizadores posteriores que son catalizadores de reducción de almacenamiento de NO_x,
- en el que
- 20 en un estado en el que una relación aire-combustible disminuye hasta un valor igual a o menor que una relación aire-combustible de referencia mediante el proceso de disminución de la relación aire-combustible,
- cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo (Texout),
- que se detecta en la posición aguas abajo con respecto a al menos uno del segundo catalizador (38a) y catalizadores posteriores,
- es mayor que una temperatura de referencia de determinación de alta temperatura (Tsout),
- 25 se realiza un cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre.
2. Aparato de control de catalizador de control de gas de escape según la reivindicación 1, caracterizado porque la relación aire-combustible de referencia se fija en un valor igual a o menor que la relación aire-combustible estequiométrica.
- 30 3. Aparato de control de catalizador de control de gas de escape según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura (Tsout) se fija en un valor en el que puede liberarse azufre desde al menos uno del segundo catalizador (38a) y catalizadores posteriores en un sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo.
4. Aparato de control de catalizador de control de gas de escape para un catalizador (36, 38, 40) de control de gas de escape
- 35 que está dispuesto en un sistema de escape de un motor de combustión interna y
- cuya capacidad de control de escape se reduce por envenenamiento con azufre,
- incluyendo el catalizador (36, 38, 40) de control de gas de escape, en un sentido desde un lado aguas arriba hasta un lado aguas abajo del sistema de escape, al menos un primer catalizador (36a), un segundo catalizador (38a) y un tercer catalizador (40a),
- 40 realizando el aparato un control de recuperación del envenenamiento con azufre
- en el que se realizan un proceso de aumento de temperatura de lecho de catalizador y un proceso de disminución de la relación aire-combustible suministrando combustible desde un lado aguas arriba del sistema de escape con respecto al catalizador (36, 38, 40) de control de gas de escape cuando se produce envenenamiento con azufre,
- caracterizándose el aparato porque comprende:

- un primer sensor (44) de temperatura de gas de escape que detecta una temperatura de gas de escape del lado aguas arriba (Texin) en una posición entre el primer catalizador (36a) y el segundo (38a), que son catalizadores de reducción de almacenamiento de NO_x,
- 5 un segundo sensor (46) de temperatura de gas de escape que detecta una temperatura de gas de escape del lado aguas abajo (Texout) en una posición aguas abajo del segundo catalizador (38a) de escape y catalizadores posteriores, que son catalizadores de reducción de almacenamiento de NO_x,
- medios (42, 48) de detección de relación aire-combustible para detectar una relación aire-combustible de gas de escape en una posición aguas abajo con respecto a una posición en la que se realiza el suministro de combustible; y
- 10 medios (70) de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre para realizar el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre,
- cuando la temperatura de gas de escape del lado aguas abajo (Texout),
- que se detecta por el sensor (46) de temperatura de gas de escape,
- es mayor que una temperatura de referencia de determinación de alta temperatura (Tsout),
- 15 en un estado en el que los medios (42, 48) de detección de relación aire-combustible han detectado que se disminuye la relación aire-combustible hasta un valor igual a o menor que una relación aire-combustible de referencia.
5. Aparato de control de catalizador de control de gas de escape según la reivindicación 4, caracterizado porque la relación aire-combustible de referencia se fija en un valor igual a o menor que la relación aire-combustible estequiométrica.
- 20 6. Aparato de control de catalizador de control de gas de escape según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado porque la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura (Tsout) se fija en un valor en el que puede liberarse azufre desde al menos uno del segundo catalizador (38a) y catalizadores posteriores en un sentido desde el lado aguas arriba hasta el lado aguas abajo.
- 25 7. Aparato de control de catalizador de control de gas de escape, según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado porque los medios (70) de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre realizan el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre, cuando se satisface al menos una de una condición de que la temperatura de gas de escape (Texin), que se detecta por el primer sensor (44) de temperatura de gas de escape, es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura (Tsout) y una condición de que la temperatura de gas de escape (Texout), que se detecta por el segundo sensor (46) de temperatura de gas de escape,
- 30 es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura (Tsout), en un estado en el que los medios (42, 48) de detección de relación aire-combustible han detectado que se disminuye la relación aire-combustible hasta el valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia.
- 35 8. Aparato de control de catalizador de control de gas de escape según la reivindicación 7, caracterizado porque, los medios (70) de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre realizan el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre si la temperatura de gas de escape (Texin) que se detecta por el primer sensor (44) de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura (Tsout) en el estado en el que los medios (42, 48) de detección de relación aire-combustible han detectado que se disminuye la relación aire-combustible hasta el valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia cuando no se ha producido ningún fallo en el primer catalizador (36a), y realizan el cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre si la temperatura de gas de escape (Texout) que se detecta por el segundo sensor (46) de temperatura de gas de escape es mayor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura (Tsout) en el estado en el que los medios (42, 48) de detección de relación aire-combustible han detectado el hecho de que se disminuye la relación aire-combustible hasta el valor igual a o menor que la relación aire-combustible de referencia cuando se ha producido un fallo en el primer catalizador (36a).
- 40 9. Aparato de control de catalizador de control de gas de escape según la reivindicación 8, caracterizado porque los medios (70) de cálculo de recuperación del envenenamiento con azufre determinan que se ha producido un fallo en el primer catalizador (36a), cuando la temperatura de gas de escape (Texin) detectada por el primer sensor (44) de temperatura de gas de escape continúa siendo menor que la temperatura de referencia de determinación de alta temperatura (Tsout) durante el control de recuperación del envenenamiento con azufre.
- 45 10. Aparato de control de catalizador de control de gas de escape según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque el primer catalizador (36a) y el segundo catalizador (38a) son catalizadores de reducción de almacenamiento de NO_x dispuestos en el sistema de escape del motor de combustión interna, y el segundo catalizador (38a) se constituye usando un filtro que filtra materia particulada en el gas de escape como base y formando una capa del catalizador de reducción de almacenamiento de NO_x en el filtro.

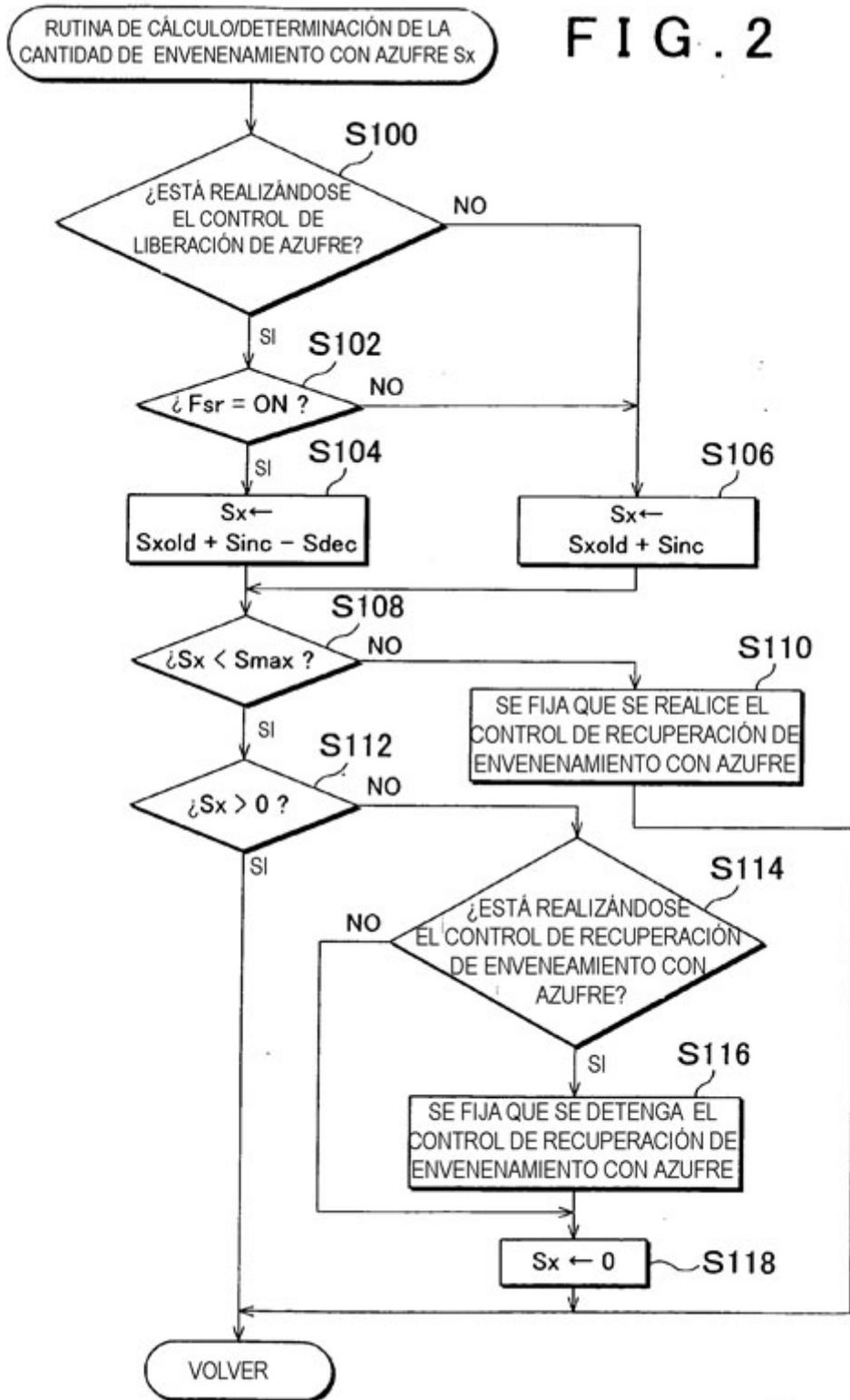


FIG. 3

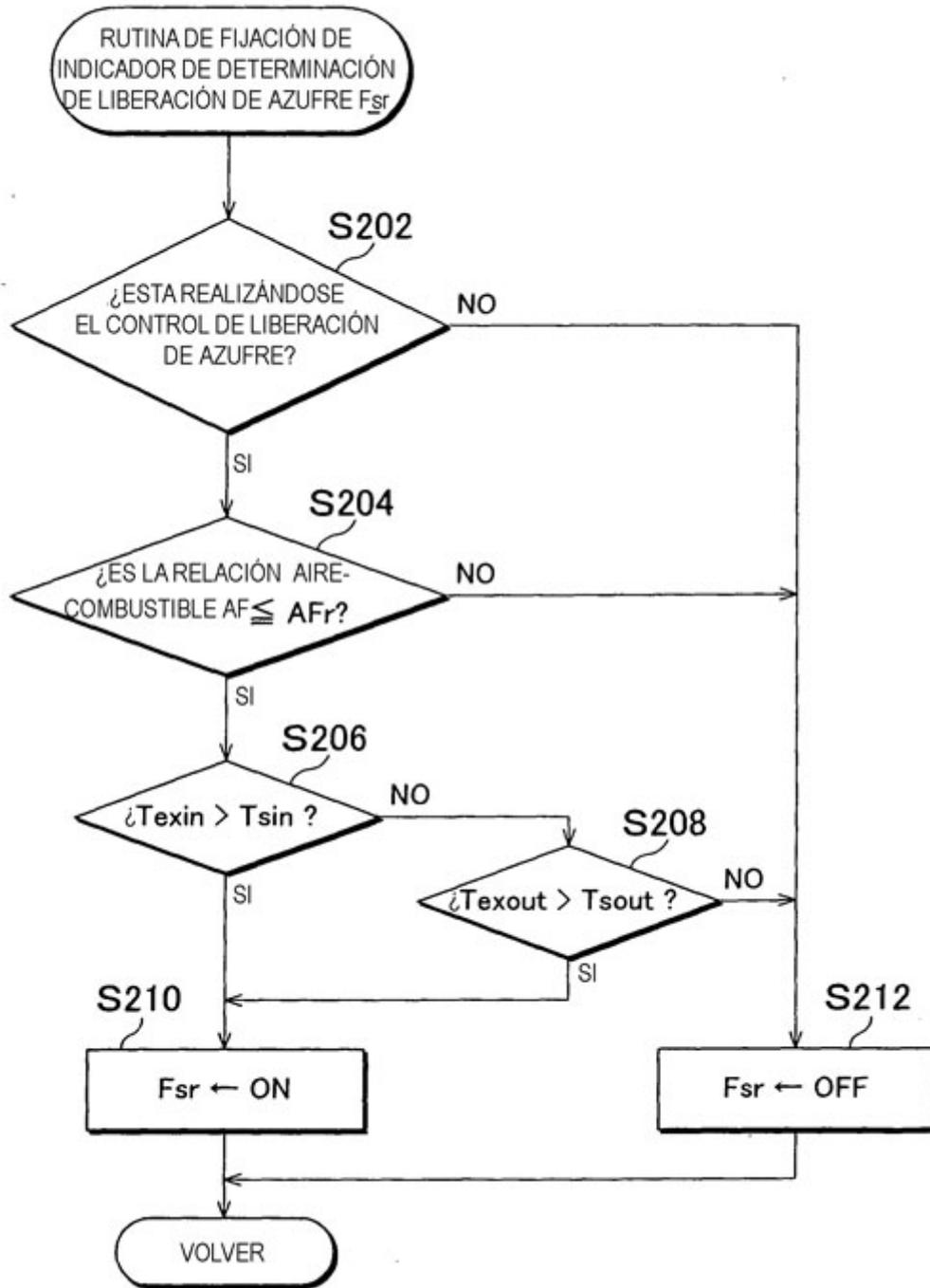


FIG. 4

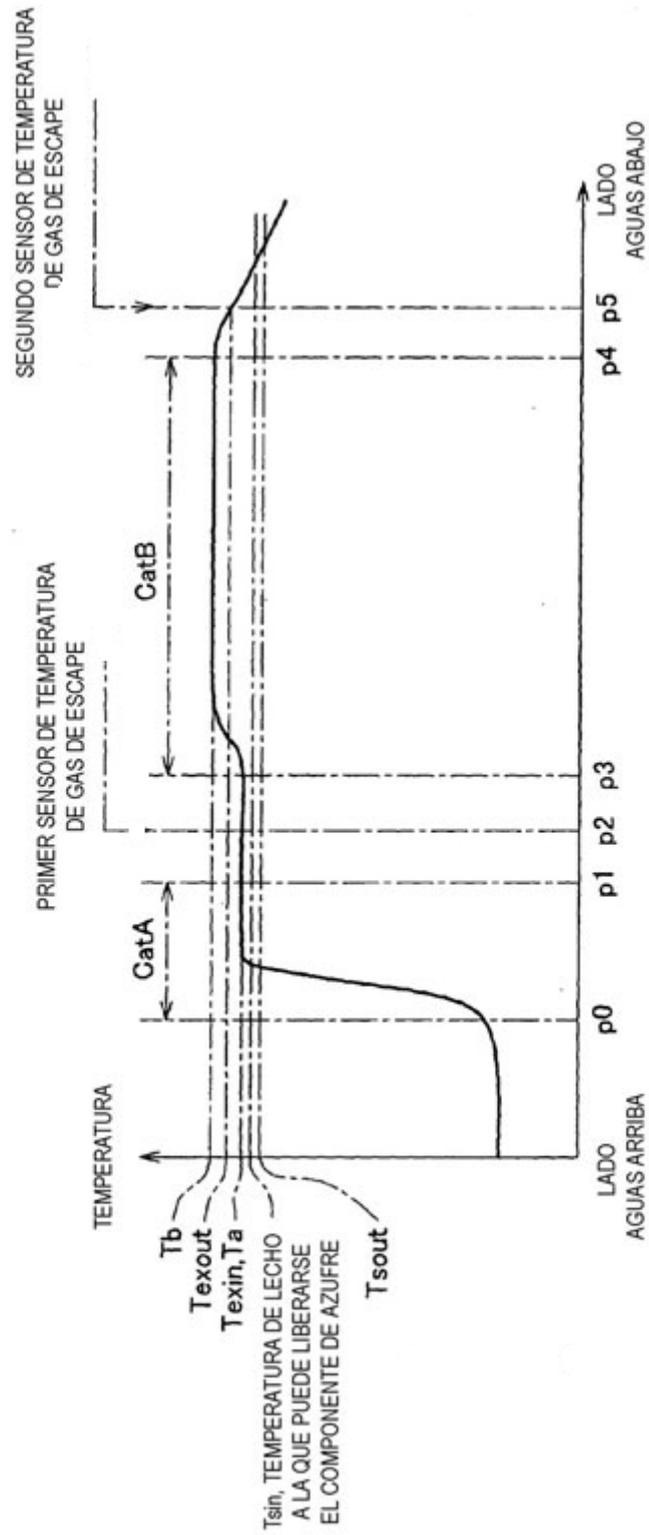


FIG. 5

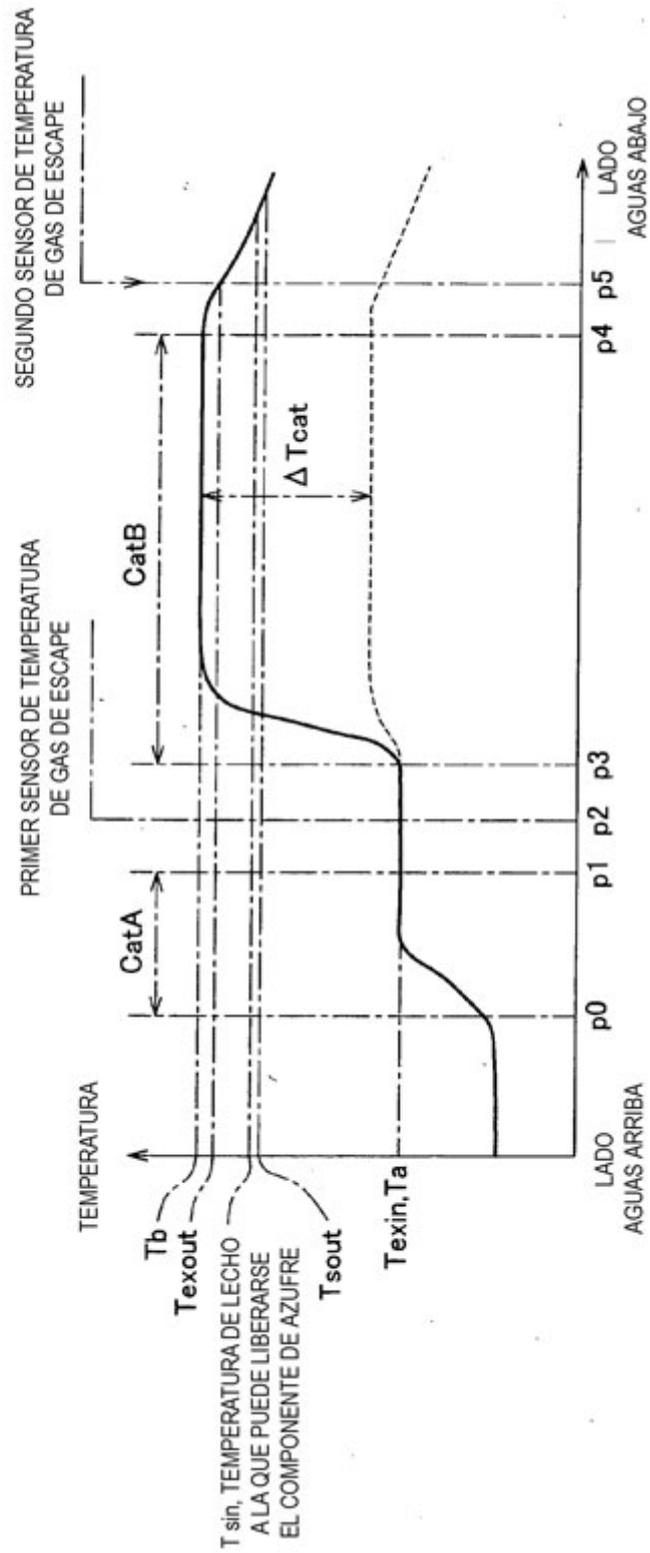


FIG. 6A

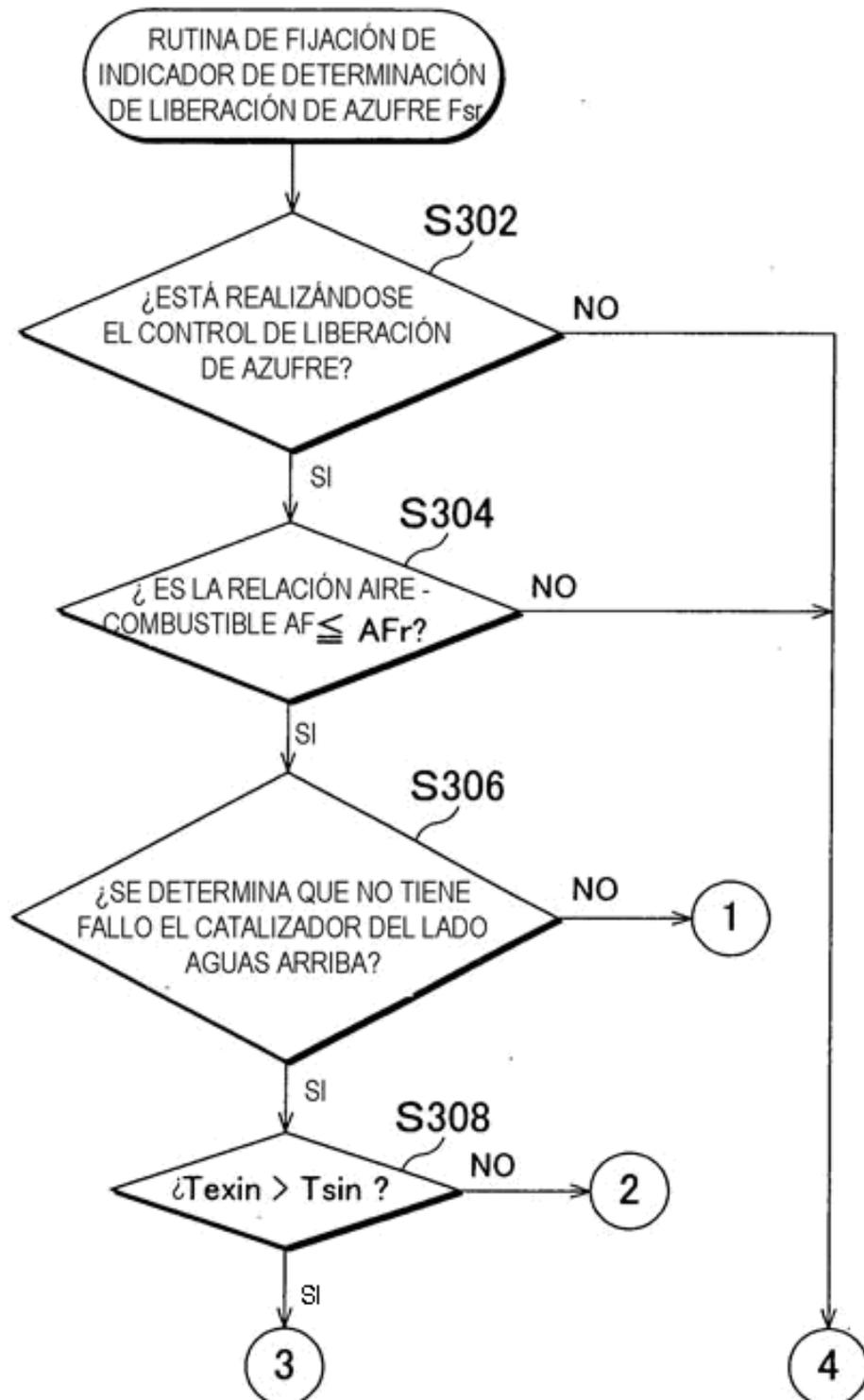


FIG. 6B

