(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 363 658**

(51) Int. Cl.:
F01N 11/00 (2006.01)
F01N 3/20 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **08856977 .7**
(96) Fecha de presentación : **04.12.2008**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2225443**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **08.09.2010**

(54) Título: **Sistema de detección de anomalías y método de detección de anomalías para motor de combustión interna.**

(30) Prioridad: **06.12.2007 JP 2007-315899**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI: **11.08.2011**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente: **11.08.2011**

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

(72) Inventor/es: **Hagimoto, Taiga;**
Sawada, Hiroshi y
Shibata, Daisuke

(74) Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 363 658 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

Sistema de detección de anomalías y método de detección de anomalías para motor de combustión interna.

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de detección de anomalías y a un método de detección de anomalías para un motor de combustión interna.

2. Descripción de la técnica relacionada

Por ejemplo, la publicación de la solicitud de patente japonesa nº 2004-176719 (JP-A-2004-176719) describe un motor de combustión interna en el que un catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (al que en lo sucesivo se hará referencia como "catalizador de SCR de NOx") está dispuesto en un conducto de escape del motor, y el NOx contenido en el gas de escape se reduce selectivamente con amoniaco que se genera a partir de una solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx. Según el documento JP-A-2004-176719, un sensor que detecta, por ejemplo, amoniaco generado a partir de la solución de urea acuosa, se dispone en el conducto de escape del motor en una posición aguas abajo del catalizador de SCR de NOx, y se determina que se ha producido una anomalía si una señal a la salida del sensor cambia de una manera inesperada cuando cambia la cantidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx.

No obstante, la señal a la salida del sensor cambia de una manera inesperada o bien en el caso en el que la cantidad o la calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx se desvía con respecto a un valor regular o bien en el caso en el que el catalizador de SCR de NOx se deteriora. Por lo tanto, según el método descrito anteriormente, no es posible determinar si dicho cambio inesperado se ha producido debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx o debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx.

Sumario de la invención

La invención proporciona un sistema de detección de anomalías y un método de detección de anomalías para un motor de combustión interna, que hace posible determinar si la cantidad de emisión de NOx supera un valor de regulación prescrito debido al deterioro de un catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx dispuesto en un conducto de escape de motor correspondiente al motor de combustión interna o debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx.

Un primer aspecto de la invención se refiere a un sistema de detección de anomalías para un motor de combustión interna, que determina si la cantidad de emisión de NOx supera un valor de regulación prescrito debido al deterioro de un catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx dispuesto en un conducto de escape del motor de combustión interna o debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx. El sistema de detección de anomalías incluye: una unidad de fijación de zonas de determinación requerida que fija una zona de determinación requerida a una zona dentro de la cual se sitúa un rendimiento de eliminación de NOx o bien en un caso en el que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx o bien en un caso en el que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, y en la cual la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx está dentro de un primer intervalo predeterminado de temperaturas; una unidad de fijación de primeras zonas con anomalías que fija una primera zona con anomalías a una zona dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, dentro de la cual no se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, y en la cual la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx está dentro de un segundo intervalo predeterminado de temperaturas que tiene el límite inferior que es mayor que el límite superior del primer intervalo de temperaturas; una unidad de fijación de segundas zonas con anomalías que fija una segunda zona con anomalías a una zona dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, dentro de la cual no se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación prescrito debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, y en la cual la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx está dentro del segundo intervalo de temperaturas; y una unidad de determinación de factores de anomalía que determina que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica

selectiva de NOx, si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx está dentro de la zona de determinación requerida cuando la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx está dentro del primer intervalo de temperaturas y se determina entonces que el rendimiento de eliminación de NOx se sitúa dentro de la primera zona con anomalías cuando la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx se lleva hacia el segundo intervalo de temperaturas; y la unidad de determinación de factores de anomalía determina que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx está dentro de la zona de determinación requerida cuando la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx está dentro del primer intervalo de temperaturas y se determina a continuación que el rendimiento de eliminación de NOx se sitúa dentro de la segunda zona con anomalías cuando la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx se lleva al segundo intervalo de temperaturas.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método de detección de anomalías para un motor de combustión interna, según el cual se determina si la cantidad de emisión de NOx supera un valor de regulación prescrito debido al deterioro de un catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx dispuesto en un conducto de escape del motor de combustión interna o debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx. Según el método de detección de anomalías, una zona de determinación requerida se fija a una zona dentro de la cual se sitúa un rendimiento de eliminación de NOx o bien en un caso en el que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx o bien en un caso en el que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, y en la cual la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx está dentro de un primer intervalo predeterminado de temperaturas; una primera zona con anomalías se fija a una zona dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, dentro de la cual no se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, y en la cual la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx está dentro de un segundo intervalo predeterminado de temperaturas que tiene el límite inferior que es mayor que el límite superior del primer intervalo de temperaturas; y una segunda zona con anomalías se fija a una zona dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, dentro de la cual no se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación prescrito debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, y en la cual la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx está dentro del segundo intervalo de temperaturas. Se determina que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx está dentro de la zona de determinación requerida cuando la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx está dentro del primer intervalo de temperaturas y se determina entonces que el rendimiento de eliminación de NOx se sitúa dentro de la primera zona con anomalías cuando la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx se lleva al segundo intervalo de temperaturas. Se determina que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx, si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx está dentro de la zona de determinación requerida cuando la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx está dentro del primer intervalo de temperaturas y se determina entonces que el rendimiento de eliminación de NOx se sitúa dentro de la segunda zona con anomalías cuando la temperatura del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx se lleva hacia el segundo intervalo de temperaturas.

Según las formas de realización de la invención descrita anteriormente, es posible determinar de manera fiable si la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación prescrito debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx o debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx.

Breve descripción de los dibujos

Éstas y otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción de una forma de realización ejemplificativa haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que las partes iguales o correspondientes se indicarán con las mismas referencias numéricas y en los que:

la figura 1 es una vista global de un motor de combustión interna con encendido por compresión;

la figura 2 es una gráfica que muestra la relación entre un rendimiento de eliminación de NOx NR y una temperatura del catalizador TC, etcétera;

la figura 3 es una gráfica que muestra la relación entre el rendimiento de eliminación de NOx y la temperatura del catalizador TC;

la figura 4 es una gráfica que muestra un mapa de una cantidad NOXA de NOx emitido desde el motor; y

la figura 5 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de detección de anomalías.

Descripción detallada de la forma de realización

La figura 1 es una vista global que muestra un motor de combustión interna de encendido por compresión. Tal como se muestra en la figura 1, el motor de combustión interna de encendido por compresión incluye un cuerpo de motor 1, cámaras de combustión 2 de cilindros, y válvulas de inyección de combustible controladas electrónicamente que inyectan combustible en las cámaras de combustión 2, un colector de admisión 4, y un colector de escape 5. El colector de admisión 4 está conectado a una salida de un compresor 7a de un turbocompresor de escape 7 a través de un conducto de admisión 6, y una entrada del compresor 7a está conectada a un filtro de aire 9 a través de un detector de cantidad de aire de admisión 8. Una válvula reguladora 10 que es accionada por un motor paso a paso está dispuesta en el conducto de admisión 6, y una unidad de refrigeración 11 que refrigera el aire de admisión que fluye a través del conducto de admisión 6 está dispuesta en torno al conducto de admisión 6. En una forma de realización de la invención mostrada en la figura 1, en la unidad de refrigeración 11 se introduce un refrigerante del motor, y el aire de admisión es refrigerado por el refrigerante del motor.

El colector de escape 5 está conectado a una entrada de una turbina de escape 7b del turbocompresor de escape 7, y una salida de la turbina de escape 7b está conectada a una entrada de un catalizador de oxidación 12. Un filtro de partículas 13 que atrapa materia en partículas contenida en el gas de escape está dispuesto en una posición aguas abajo del catalizador de oxidación 12 y junto a este último. Una salida del filtro de partículas 13 está conectada a una entrada de un catalizador de SCR de NOx 15 a través de un tubo de escape 14. Un catalizador de oxidación 16 está conectado a una salida del catalizador de SCR de NOx 15.

Una válvula de suministro de solución de urea acuosa 17 está dispuesta en el tubo de escape 14 en una posición aguas arriba del catalizador de SCR de NOx 15, y la válvula de suministro de solución de urea acuosa 17 está conectada a un depósito de solución de urea acuosa 20 a través de un tubo de suministro 18 y una bomba de suministro 19. La solución de urea acuosa almacenada en el depósito de solución de urea acuosa 20 es inyectada por la bomba de suministro 19 desde la válvula de suministro de solución de urea acuosa 17 hacia una placa de dispersión 14a que está dispuesta en el tubo de escape 14. El NOx que está contenido en el gas de escape es reducido en el catalizador de SCR de NOx 15 por el amoniaco ($(NH_2)_2CO + H_2O \rightarrow 2NH_3 + CO_2$) generado a partir de urea.

El colector de escape 5 y el colector de admisión 4 están conectados entre sí a través de un conducto de recirculación de gases de escape (al que en lo sucesivo se hará referencia como “EGR”) 21, y una válvula de control de EGR controlada electrónicamente 22 está dispuesta en el conducto de EGR 21. Además, una unidad de refrigeración 23 que refrigera el gas de EGR que fluye a través del conducto de EGR 21 está dispuesta en torno al conducto de EGR 21. En la forma de realización de la invención mostrada en la figura 1, el refrigerante del motor se introduce en la unidad de refrigeración 23, y el gas de EGR es refrigerado por el refrigerante del motor. Las válvulas de inyección de combustible 3 están conectadas a un raíl común (*common rail*) 25 a través de tubos de suministro de combustible 24, y el raíl común 25 está conectado a un depósito de combustible 27 a través de una bomba de combustible de entrega variable, controlada electrónicamente 26. El combustible almacenado en el depósito de combustible 27 se suministra al raíl común 25 por medio de la bomba de combustible 26, y el combustible suministrado al raíl común 25 se suministra a las válvulas de inyección de combustible 3 a través de los tubos de suministro de combustible 24 respectivos.

Una unidad de control electrónica 30 está formada por un ordenador digital, e incluye una ROM (Memoria de Solo Lectura) 32, una RAM (Memoria de Acceso Aleatorio) 33, una CPU (microprocesador) 34, un puerto de entrada 35 y un puerto de salida 36 que están conectados entre sí mediante un bus bidireccional 31. Un sensor de temperatura 28 que detecta la temperatura del catalizador de SCR de NOx 15 está dispuesto en una posición aguas abajo del catalizador de SCR de NOx 15, y un sensor de NOx 29 que detecta la concentración de NOx en el gas de escape está dispuesto en una posición aguas abajo del catalizador de oxidación 16. Señales obtenidas a la salida del sensor de temperatura 28, el sensor de NOx 29 y el detector de cantidad de aire de admisión 8 son transmitidas hacia el puerto de entrada 35 a través de conversores A/D 37 correspondientes.

Un sensor de carga 41 que genera un voltaje de salida proporcional a una cantidad de abatimiento L de un pedal acelerador 40 que está conectado al pedal acelerador 40, y el voltaje de salida del sensor de carga 41 se introduce en el puerto de entrada 35 a través del conversor A/D 37 que está conectado al sensor de carga 41. Un sensor de ángulo de cigüeñal 42 que genera un impulso de salida cada vez que un cigüeñal gira, por ejemplo, 15 grados, está conectado al puerto de entrada 35. El puerto de salida 36 está conectado a las válvulas de inyección de combustible 3, el motor paso a paso que acciona la válvula reguladora 10, la válvula de suministro de solución de urea acuosa

17, la bomba de suministro 19, la válvula de control de EGR 22 y la bomba de combustible 26 a través de circuitos de accionamiento 38 respectivos.

El catalizador de oxidación 12 soporta un catalizador de metal precioso, por ejemplo, platino, y el catalizador de oxidación 12 tiene la función de convertir NO contenido en el gas de escape en NO_2, y la función de oxidar HC contenido en el gas de escape. El NO_2 tiene una propiedad oxidante que es mayor que la del NO. Por lo tanto, si se convierte NO en NO_2, se fomenta la reacción de oxidación de la materia en partículas que está atrapada en el filtro de partículas 13, y se fomenta la acción de reducción por parte del amoniaco en el catalizador de SCR de NOx 15. Si se adsorbe HC en el catalizador de SCR de NOx 15, se reduce el rendimiento de eliminación de NOx debido a que disminuye la cantidad de amoniaco adsorbido en el catalizador de SCR de NOx 15. Por consiguiente, es posible suprimir reducciones del rendimiento de eliminación de NOx mediante la oxidación de HC usando el catalizador de oxidación 12.

Como filtro de partículas 13, se puede usar o bien un filtro de partículas que no soporte un catalizador o bien un filtro de partículas que soporte un catalizador de metal precioso, por ejemplo, platino. El catalizador de SCR de NOx 15 está formado con Fe zeolita para adsorción de amoniaco, que presenta un alto rendimiento de eliminación de NOx a una baja temperatura. El catalizador de oxidación 16 soporta un catalizador de metal precioso formado, por ejemplo, por platino. El catalizador de oxidación 16 oxida el amoniaco que se fuga del catalizador de SCR de NOx 15.

En la forma de realización de la invención mostrada en la figura 1, el catalizador de SCR de NOx 15 se activa a una temperatura de aproximadamente 200ºC. Después de que se haya activado el catalizador de SCR de NOx 15, se suministra la solución de urea acuosa, en una cantidad requerida para reducir NOx contenido en el gas de escape, desde la válvula de suministro de solución de urea acuosa 17. La figura 2A muestra la relación entre el rendimiento de eliminación de NOx NR y la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15 cuando el catalizador de SCR de NOx 15 no se ha deteriorado, la cantidad de suministro de la solución de urea acuosa se mantiene en el valor regular que se requiere para reducir NOx en el gas de escape, y la calidad de solución de urea acuosa se mantiene en la calidad regular.

Tal como se muestra en la figura 2A, cuando la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15 aumenta hasta la temperatura de activación, el rendimiento de eliminación de NOx aumenta rápidamente a un valor de pico. Cuando la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15 aumenta adicionalmente, el rendimiento de eliminación de NOx NR se mantiene en el valor de pico. Cuando la temperatura del catalizador TC es relativamente baja, la solución de urea acuosa suministrada desde la válvula de suministro de solución de urea acuosa 17 es adsorbida una vez en el catalizador de SCR de NOx 15 en forma de amoniaco, y el NOx en el gas de escape reacciona con el amoniaco adsorbido en el catalizador de SCR de NOx 15 para ser reducido.

Por otro lado, cuando aumenta la temperatura del catalizador TC, ya no se adsorbe amoniaco en el catalizador de SCR de NOx 15. En este momento, el NOx en el gas de escape reacciona con el amoniaco generado a partir de la solución de urea acuosa en la fase gaseosa para ser reducido. La figura 2B muestra esquemáticamente este fenómeno. Es decir, tal como se muestra en la figura 2B, a medida que aumenta la temperatura del catalizador TC, disminuye la relación de la cantidad de NOx que se reduce debido a la reacción con el amoniaco adsorbido en el catalizador de SCR de NOx 15 con respecto a la cantidad total de NOx que se reduce debido a la reacción con amoniaco mientras que aumenta la relación de la cantidad de NOx que se reduce debido a la reacción con amoniaco en la fase gaseosa con respecto a la cantidad total de NOx que se reduce debido a la reacción con amoniaco.

La norma de emisión de NOx varía con cada país o zona. En este caso, la cantidad total de NOx que se emite cuando se conduce un vehículo en un modo prescrito se usa habitualmente como la norma para la cantidad de emisión de NOx. La norma de emisión de NOx se fija de tal manera que se cumple la norma si la cantidad de emisión de NOx después de usar el vehículo durante un periodo de tiempo predeterminado es igual o menor que una cantidad normalizada de emisión de NOx.

Además de esta norma de emisión, se fija una regulación de emisión. Según la regulación de emisión, la cantidad de emisión de NOx no debe superar un valor de regulación prescrito. Aunque el valor de regulación varía con cada país o zona, el valor de regulación es dos o tres veces mayor que la cantidad normalizada de emisión de NOx. En algunos países, es obligatorio iluminar una luz de alarma que indica la localización de una anomalía si la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación.

En la forma de realización de la invención, el deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 y una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15 se consideran como los factores de un aumento anómalo de la cantidad de emisión de NOx. Según la forma de realización de la invención, se determina si la cantidad de emisión de NOx supera un valor de regulación prescrito debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 o debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15.

A continuación, se describirá, haciendo referencia a las figuras 2C, 3A y 3B, la manera de llevar a cabo la determinación descrita anteriormente. Las figuras 2C, 3A y 3B muestran el caso en el que el valor de regulación es

dos veces mayor que la cantidad normalizada de emisión de NOx. En las figuras 2C, 3A y 3B, una línea de trazos A indica el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx coincide con la cantidad normalizada de emisión de NOx. En otras palabras, si el vehículo se conduce de un modo prescrito en el estado en el que el rendimiento de eliminación de NOx NR cambia con respecto a la temperatura del catalizador TC de una manera indicada por la línea de trazos A mostrada en las FIGS. 2C, 3A y 3B, la cantidad de emisión de NOx coincide con la cantidad normalizada de emisión de NOx. En lo sucesivo en el presente documento, al rendimiento de eliminación de NOx NR indicado por la línea de trazos A se le hará referencia como “rendimiento normalizado de eliminación de NOx A”.

En la figura 2C, una línea continua B1 indica el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación, que es dos veces mayor que la cantidad normalizada de emisión de NOx, debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15, y una línea continua B2 indica el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando se pierde completamente la catálisis del catalizador de SCR de NOx 15. El hecho de que la cantidad de emisión de NOx alcance el valor que es dos veces mayor que la cantidad normalizada de emisión de NOx significa que el rendimiento de eliminación de NOx se reduce al 50% del rendimiento de eliminación de NOx normalizado A. Por lo tanto, la línea continua B1 indica el caso en el que el rendimiento de eliminación de NOx NR es el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A.

La acción de adsorción de amoniaco del catalizador de SCR de NOx 15 y la acción de reducción de NOx del amoniaco adsorbido en el catalizador de SCR de NOx 15 son gobernadas por la actividad del catalizador. Por lo tanto, tal como se muestra en la figura 2B, cuando la acción de reducción de NOx del amoniaco adsorbido es dominante, es decir, cuando la temperatura del catalizador TC es relativamente baja, si se deteriora el catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR disminuye drásticamente tal como se indica mediante las líneas continuas B1 y B2 en la figura 2C.

Por el contrario, cuando la acción de reducción de NOx se realiza en la fase gaseosa, la acción de reducción de NOx es apenas gobernada por la actividad del catalizador. Por lo tanto, tal como se muestra en la figura 2B, cuando la acción de reducción de NOx en la fase gaseosa es dominante, es decir, cuando la temperatura del catalizador TC es relativamente alta, incluso si se deteriora el catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR no disminuye significativamente tal como se muestra mediante las líneas continuas B1 y B2 en la figura 2C.

Es decir, tal como se indica mediante la línea continua B1, cuando el rendimiento de eliminación de NOx disminuye al 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR aumenta a medida que aumenta la temperatura del catalizador TC. Cuando la temperatura del catalizador TC es igual a o mayor que 450ºC, el rendimiento de eliminación de NOx NR es próximo al rendimiento normalizado de eliminación de NOx A. Tal como se indica mediante la línea continua B2, incluso cuando se ha perdido completamente la catálisis del catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR aumenta a medida que aumenta la temperatura del catalizador TC. Cuando la temperatura del catalizador TC es igual a o mayor que 500ºC, el rendimiento de eliminación de NOx NR es igual a o mayor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A.

A continuación, se describirá el caso en el que el rendimiento de eliminación de NOx NR disminuye debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15. La cantidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15 se fija de antemano basándose en el estado de funcionamiento del motor. No obstante, si la cantidad suministrada de solución de urea acuosa se hace menor que el valor regular debido, por ejemplo, a la obturación de la salida de una boquilla de la válvula de suministro de solución de urea acuosa 17, el rendimiento de eliminación de NOx disminuye. Además, si se usa una solución de urea acuosa de calidad inferior que tiene una baja concentración de amoniaco en lugar de la solución de urea acuosa regular, o si se suministra al depósito de solución de urea acuosa 20 otra solución, por ejemplo, agua, disminuye el rendimiento de eliminación de NOx NR.

Una línea continua C en la figura 3A indica el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación que es dos veces mayor que la cantidad normalizada de emisión de NOx debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15. Tal como se ha descrito anteriormente, el hecho de que la cantidad de emisión de NOx sea dos veces mayor que la cantidad normalizada de emisión de NOx significa que el rendimiento de eliminación de NOx NR disminuye hasta el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A. Por lo tanto, la línea continua C indica el caso en el que el rendimiento de eliminación de NOx NR es el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A.

Si la salida de la boquilla de la válvula de suministro de solución de urea acuosa 17 se obtura o la concentración de amoniaco en la solución de urea acuosa disminuye, la cantidad de amoniaco que se puede usar para reducir NOx disminuye a una velocidad constante con independencia de la cantidad suministrada de solución de urea acuosa. Por consiguiente, tal como se indica mediante la línea continua C en la figura 3A, el rendimiento de eliminación de NOx NR disminuye con respecto al rendimiento normalizado de eliminación de NOx A a una velocidad constante con independencia de la temperatura del catalizador TC.

Una comparación entre la figura 2C y la figura 3A muestra que el patrón con el cual cambia el rendimiento de eliminación de NOx NR con respecto a la temperatura del catalizador TC difiere entre el caso en el que el catalizador de SCR de NOx 15 se deteriora y el caso en el que se produce una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15. Por lo tanto, es posible determinar si el catalizador de SCR de NOx 15 se deteriora o se produce una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15 usando la diferencia del patrón con el cual cambia el rendimiento de eliminación de NOx NR.

Por lo tanto, según la forma de realización de la invención, usando la diferencia del patrón con el cual cambia el rendimiento de eliminación de NOx, se determina si la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación prescrito debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 o debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15. Esto se describirá haciendo referencia a la figura 3B que se obtiene combinando la figura 2C con la figura 3A.

La figura 3B muestra, como ejemplo típico, el caso en el que se determina si el rendimiento de eliminación de NOx NR disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 o debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15.

Dicha determinación se realiza según la figura 3B suponiendo que, aunque se pueden producir al mismo tiempo un ligero deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 y una pequeña irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa, el deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 que hace disminuir el rendimiento de eliminación de NOx a un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A y una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que hace disminuir el rendimiento de eliminación de NOx a un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx no se producen al mismo tiempo.

En primer lugar, haciendo referencia a la figura 3B, se proporcionará una descripción referente al caso en el que la temperatura del catalizador TC es igual a o mayor que una temperatura de activación TC_0 y menor que una temperatura del catalizador TCa que es la temperatura del catalizador en el punto de intersección de la curva B1 y la curva C. Cuando el rendimiento de eliminación de NOx disminuye a un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR a cualquier temperatura del catalizador TC dada es un valor en o por debajo de la curva B1. Cuando el rendimiento de eliminación de NOx disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR a cualquier temperatura del catalizador TC dada está en o por debajo de la curva C.

Tal como se ha descrito anteriormente, cuando el rendimiento de eliminación de NOx disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR a cualquier temperatura del catalizador TC dada es un valor en o por debajo de la curva B1. Por lo tanto, cuando el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de una zona que está por encima de la curva B1 y por debajo de la curva C, es decir, una zona rayada X_1 mostrada en la figura 3B, el rendimiento de eliminación de NOx NR disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento de eliminación normalizado de NOx A debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15.

Cuando el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona X_1, se confirma que el rendimiento de eliminación de NOx NR disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15. Por lo tanto, a la zona X_1 se le hará referencia como “zona con irregularidad confirmada”.

Por otro lado, cuando el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de una zona por debajo de la curva B1, es decir, una zona rayada X_2 mostrada en la figura 3B, no es posible determinar si el rendimiento de eliminación de NOx NR ha disminuido hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 o debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15.

Por lo tanto, en este caso, es necesario determinar si el rendimiento de eliminación de NOx NR disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 ó debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15. Por consiguiente, a la zona rayada X_2 se le hará referencia como “zona de determinación requerida”.

En un ejemplo mostrado en la figura 3B, la determinación se realiza cuando la temperatura del catalizador TC se hace mayor que una temperatura del catalizador TC_2 que es la temperatura del catalizador en el punto de intersección de la curva B_2 y la curva C. Cuando la temperatura del catalizador TC es mayor que la temperatura del catalizador TC_2, si el rendimiento de eliminación de NOx disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR a cualquier temperatura del catalizador TC dada está dentro de una zona rayada Y_1 entre la curva B1 y la curva B2. Si el rendimiento de eliminación de NOx NR disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR a cualquier temperatura del catalizador TC dada está dentro de una zona rayada Y_2 por debajo de la curva C.

Cuando el rendimiento de eliminación de NOx disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona rayada Y_1 y no es llevado hacia la zona Y_2. Por consiguiente, si el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona Y_1, se determina que el rendimiento de eliminación de NOx ha disminuido hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15. A la zona Y_1 se le hará referencia como “primera zona con anomalías”.

Por otro lado, cuando el rendimiento de eliminación de NOx disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona Y_2 y no se sitúa nunca dentro de la zona Y_1. Por lo tanto, cuando el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona Y_2, el rendimiento de eliminación de NOx disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15. A la zona Y_2 se le hará referencia como “segunda zona con anomalías”.

Tal como se ha descrito anteriormente, en el ejemplo mostrado en la figura 3B, si el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona de determinación requerida X_2 cuando la temperatura del catalizador TC es baja y se lleva hacia la primera zona con anomalías Y_1 cuando aumenta la temperatura del catalizador TC, se determina que el rendimiento de eliminación de NOx disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15. Por otro lado, si el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona de determinación requerida X_2 cuando la temperatura del catalizador TC es baja, y se lleva hacia la segunda zona con anomalías Y_2 cuando aumenta la temperatura del catalizador TC, se determina que el rendimiento de eliminación de NOx disminuye hasta un valor igual o menor que el 50 % del rendimiento normalizado de eliminación de NOx A debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15.

Aunque la invención se ha descrito haciendo referencia a la forma de realización ejemplificativa mostrada en la figura 3B, a continuación se proporcionará una descripción generalizada sobre la invención.

Según la invención, la zona de determinación requerida X_2 se fija a una zona, dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx NR o bien en el caso en el que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación prescrito debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 ó bien en el caso en el que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15, y en la cual la temperatura del catalizador TC del catalizador de SCR de NOx 15 está dentro de un primer intervalo predeterminado de temperaturas. La primera zona con anomalías Y_1 se fija a una zona, dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15, dentro de la cual no se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación prescrito debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15, y en la cual la temperatura de catalizador TC correspondiente al catalizador de SCR de NOx 15 está dentro de un segundo intervalo predeterminado de temperaturas que tiene el límite inferior que es mayor que el límite superior del primer intervalo de temperaturas. La segunda zona con anomalías Y_2 se fija a una zona, dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15, dentro de la cual no se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación prescrito debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15, y en la cual la temperatura del catalizador TC está dentro del segundo intervalo predeterminado de temperaturas. Si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona de determinación requerida X_2 cuando la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15 está dentro del primer intervalo de temperaturas y se determina entonces que el rendimiento de eliminación de NOx NR se sitúa dentro de la primera zona con anomalías Y_1 cuando la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15 se lleva hacia el segundo intervalo de temperaturas, se determina que la cantidad de emisión de NOx

supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15. Por otro lado, si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona de determinación requerida X_2 cuando la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15 está dentro del primer intervalo de temperaturas y se determina entonces que el rendimiento de eliminación de NOx NR se sitúa dentro de la segunda zona con anomalías Y_2 cuando la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15 se lleva hacia el segundo intervalo de temperaturas, se determina que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15.

Según la invención, la zona con irregularidad confirmada X_1 se fija a una zona, dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15, dentro de la cual no se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15, y en la cual la temperatura de catalizador TC correspondiente al catalizador de SCR de NOx 15 está dentro del primer intervalo predeterminado de temperaturas. Si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona con irregularidad confirmada X_1 cuando la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15 está dentro del primer intervalo de temperaturas, se determina que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15.

Tal como se puede observar a partir de la figura 3B, la zona con irregularidad confirmada X_1 es una zona que es adyacente a la zona de determinación requerida X_2. A cualquier temperatura del catalizador TC dada, el rendimiento de eliminación de NOx NR es mayor en la zona con irregularidad confirmada X_1 que en la zona de determinación requerida X_2. Además, tal como se puede observar a partir de la figura 3B, a cualquier temperatura de catalizador TC dada, el rendimiento de eliminación de NOx NR es mayor en la primera zona con anomalías Y_1 que en la segunda zona con anomalías Y_2.

A continuación, se definirán las curvas B1, B2 y C usando expresiones generalizadas, y se definirán las zonas X_1, X_2, Y_1 e Y_2 por medio de las curvas B_1, B_2 y C que se definen usando las expresiones generalizadas.

Es decir, tal como se puede observar a partir de la figura 3B, cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR se incrementa hacia el rendimiento normalizado de eliminación de NOx A a medida que se incrementa la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15 después de la activación del catalizador de SCR de NOx 15, tal como se indica mediante la curva B1. Por el contrario, cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR disminuye a una velocidad constante con respecto al rendimiento normalizado de eliminación de NOx A con independencia de la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15, tal como se indica mediante la curva C.

En este caso, tal como se muestra en la figura 3B, el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 coincide con el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15, a una temperatura específica TCa del catalizador de SCR de NOx 15 después de la activación del catalizador de SCR de NOx 15.

El primer intervalo de temperaturas descrito anteriormente se fija a un intervalo entre la temperatura de activación TC_0 del catalizador de SCR de NOx 15 y la temperatura específica TCa del catalizador de SCR de NOx 15.

Además, tal como se puede observar a partir de la figura 3B, a cualquier temperatura del catalizador TC dada dentro del primer intervalo de temperaturas, el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 (indicado mediante la curva B1) es menor que el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15 (indicado mediante la curva C). La zona de determinación requerida X_2 se fija a una zona que está dentro del primer intervalo de temperaturas, y en la que el rendimiento de eliminación de NOx NR es menor, a cualquier temperatura del catalizador TC dada, que el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 (indicado mediante la curva B1).

Además, tal como se indica mediante la curva B2 en la figura 3B, incluso cuando se pierde completamente la catálisis del catalizador de SCR de NOx 15, el rendimiento de eliminación de NOx NR aumenta a medida que aumenta la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15. El rendimiento de eliminación de NOx NR cuando se pierde completamente la catálisis del catalizador de SCR de NOx 15 coincide con el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido a una irregularidad en la

cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15 (indicado mediante la curva C), a cierta temperatura TC_2 del catalizador de SCR de NOx 15 que es mayor que la temperatura específica TCa del catalizador de SCR de NOx 15.

El segundo intervalo de temperaturas se fija dentro de una zona de temperaturas que tiene el límite inferior que es mayor que dicha cierta temperatura TC_2 del catalizador de SCR de NOx 15. En el ejemplo concreto mostrado en la figura 3B, el límite inferior del segundo intervalo de temperaturas coincide con dicha cierta temperatura del catalizador TC_2.

Tal como se puede observar a partir de la figura 3B, dentro del segundo intervalo de temperaturas, la primera zona con anomalías Y_1 se fija a una zona entre la curva B1 que indica el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15 y la curva B2 que indica el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando se pierde completamente la catálisis del catalizador de SCR de NOx 15. Dentro del segundo intervalo de temperaturas, la segunda zona con anomalías Y_2 se fija a una zona en la cual el rendimiento de eliminación de NOx NR es menor, a cualquier temperatura del catalizador TC dada, que el rendimiento de eliminación de NOx NR cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15 (indicado mediante la curva C).

Se realiza una determinación de anomalías en el segundo intervalo de temperaturas después de que la temperatura del catalizador TC se lleve hacia el segundo intervalo de temperaturas debido a un cambio en el estado del funcionamiento. No obstante, en ocasiones la temperatura del catalizador TC no se incrementa hasta un valor dentro del segundo intervalo de temperaturas. En este caso, no se puede realizar una determinación de anomalías en el segundo intervalo de temperaturas.

Por lo tanto, según la forma de realización de la invención, si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona de determinación requerida X2 cuando la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15 está dentro del primer intervalo de temperaturas, y la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15 no se lleva hacia el segundo intervalo de temperaturas dentro de un periodo prescrito, el catalizador de SCR de NOx 15 se calienta hasta que la temperatura TC del catalizador de SCR de NOx 15 se lleva hacia el segundo intervalo de temperaturas.

En la forma de realización de la invención, es necesario detectar el rendimiento de eliminación de NOx NR logrado por el catalizador de SCR de NOx 15. Por lo tanto, la cantidad de NOx que se emite desde el motor por unidad de tiempo (a la que en lo sucesivo se hará referencia como “cantidad de NOx NOXA”) se almacena de antemano en la ROM 32 en forma de un mapa que indica una función de un par requerido TQ y una velocidad de motor N. La cantidad de NOx emitida desde el catalizador de SCR de NOx 15 por unidad de tiempo se determina basándose en la concentración de NOx detectada por el sensor de NOx 29 y la cantidad del gas de escape, es decir, la cantidad del aire de admisión. Por consiguiente, el rendimiento de eliminación de NOx NR se determina basándose en la cantidad de NOx NOXA mostrada en la figura 4 y el valor detectado por el sensor de NOx 29.

A continuación, se describirá haciendo referencia a la figura 5 una rutina de detección de anomalías. Esta rutina se ejecuta en un modo de interrupción a intervalos de tiempo predeterminados. Tal como se muestra en la figura 5, en primer lugar se determina en la etapa 50 si está activada una bandera de compleción, que indica que se ha completado una detección de anomalías que se realiza cada vez que se conduce el vehículo. Cuando se determina que la bandera de compleción está activada, la rutina finaliza. Por otro lado, cuando se determina que la bandera de compleción no está activada, se ejecuta la etapa 51. En la etapa 51, se determina si la temperatura del catalizador TC supera la temperatura de activación TC_0. Si se determina que la temperatura del catalizador TC supera la temperatura de activación TC_0, se ejecuta la etapa 52 para iniciar la detección de anomalías.

En la etapa 52, un tiempo predeterminado ΔM se suma a ΣM. Por lo tanto, ΣM indica el tiempo que ha transcurrido después de que la temperatura del catalizador TC supera la temperatura de activación TC_0. En este caso, como ΔM se puede usar, en lugar del tiempo predeterminado, una cantidad de aire de admisión, una cantidad de inyección de fuel o una velocidad del vehículo. En la etapa 53, se determina si está activada una bandera de determinación. Cuando se ejecuta por primera vez la etapa 53, la bandera de determinación no está activada. Por consiguiente, se ejecuta la etapa 54.

En la etapa 54, se determina si la temperatura del catalizador TC se ha igualado a una temperatura predeterminada TC_1 dentro del primer intervalo de temperaturas mostrado en la figura 3B. Cuando la temperatura del catalizador TC coincide con la temperatura predeterminada TC_1, se ejecuta la etapa 55. En la etapa 55, se calcula el rendimiento de eliminación de NOx NR basándose en el mapa mostrado en la figura 4 y una señal obtenida a la salida del sensor de NOx 29. A continuación, en la etapa 56 se determina si el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona de determinación requerida X_2. Cuando se determina que el rendimiento de eliminación de NOx NR no está dentro de la zona de determinación requerida X_2, se ejecuta la etapa 58. En la etapa 58, se determina si el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona con irregularidad confirmada X_1. Cuando se determina

que el rendimiento de eliminación de NOx NR no está dentro de la zona con irregularidad confirmada X_1, la rutina finaliza.

Por otro lado, cuando en la etapa 56 se determina que el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona de determinación requerida X_2, se ejecuta la etapa 57. En la etapa 57, se activa la bandera de determinación. Después de que se haya activado la bandera de determinación, en la rutina subsiguiente, se ejecuta la etapa 59 después de la etapa 53. En la etapa 59, se determina si el tiempo transcurrido ΣM supera el tiempo predeterminado MX. Cuando se determina que el tiempo transcurrido ΣM es igual o menor que el tiempo predeterminado MX, se ejecuta la etapa 61 sin ejecutar la etapa 60. En la etapa 61, se determina si la temperatura del catalizador TC supera la temperatura predeterminada TC_2 mostrada en la figura 3B. Cuando se determina que la temperatura del catalizador TC supera la temperatura predeterminada TC_2, se ejecuta la etapa 62 para realizar una determinación de anomalías.

Por otro lado, cuando la temperatura del catalizador TC no se incrementa hasta la temperatura predeterminada TC_2 y, en la etapa 59, se determina que el tiempo transcurrido ΣM es mayor que el tiempo predeterminado MX, se ejecuta la etapa 60. En la etapa 60, se ejecuta un control para incrementar la temperatura del catalizador de SCR de NOx 15. La temperatura del catalizador de SCR de NOx 15 se incrementa, por ejemplo, retardando la temporización de inyección del combustible para incrementar la temperatura del gas de escape o suministrando combustible adicional hacia una parte aguas arriba del catalizador de oxidación 12. Después de que se haya iniciado el control para incrementar la temperatura, si en la etapa 61 se determina que la temperatura del catalizador TC es mayor que la temperatura predeterminada del catalizador TC_2, se ejecuta la etapa 62. En la etapa 62, se detiene el control para incrementar la temperatura del catalizador de SCR de NOx 15. Por norma, cuando la temperatura del catalizador TC se hace mayor que la temperatura predeterminada del catalizador TC_2 sin ejecutar el control para incrementar la temperatura del catalizador de SCR de NOx 15, no se ejecuta ningún control en la etapa 62.

A continuación, en la etapa 63, se calcula el rendimiento de eliminación de NOx NR basándose en el mapa mostrado en la figura 4 y una señal obtenida a la salida del sensor de NOx 29. A continuación, en la etapa 64 se determina si el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la primera zona con anomalías Y_1. Cuando el rendimiento de eliminación de NOx NR no está dentro de la primera zona con anomalías Y_1, se ejecuta la etapa 67 sin ejecutar las etapas 65 y 66. En la etapa 67, se determina si el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la segunda zona con anomalías Y_2. Cuando se determina que el rendimiento de eliminación de NOx NR no está dentro de la segunda zona con anomalías Y_2, la rutina finaliza.

Por otro lado, cuando en la etapa 64 se determina que el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la primera zona con anomalías Y_1, se ejecuta la etapa 65. En la etapa 65, se emite una alarma que indica el hecho de que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de SCR de NOx 15. En la etapa 66, se activa la bandera de compleción.

Por otro lado, cuando se determina en la etapa 67 que el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la segunda zona con anomalías Y_2, se ejecuta la etapa 68. Además, cuando se determina en la etapa 58 que el rendimiento de eliminación de NOx NR está dentro de la zona de determinación requerida de anomalías X_1, se ejecuta la etapa 68. En la etapa 68, se emite una alarma que indica el hecho de que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de SCR de NOx 15. A continuación, en la etapa 69, se activa la bandera de compleción.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de detección de anomalías para un motor de combustión interna, que determina si una cantidad de emisión de NOx supera un valor de regulación prescrito debido al deterioro de un catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) dispuesto en un conducto de escape del motor de combustión interna o debido a una irregularidad en una cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), caracterizado porque comprende:

una unidad de fijación de zonas de determinación requerida que fija una zona de determinación requerida (X_2) en una zona dentro de la cual se sitúa un rendimiento de eliminación de NOx (NR) o bien en un caso en el que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) o bien en un caso en el que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), y en la cual una temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro de un primer intervalo predeterminado de temperaturas;

una unidad de fijación de primeras zonas con anomalías que fija una primera zona con anomalías (Y_1) a una zona dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), dentro de la cual no se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), y en la cual la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro de un segundo intervalo predeterminado de temperaturas que tiene un límite inferior que es mayor que un límite superior del primer intervalo de temperaturas;

una unidad de fijación de segundas zonas con anomalías que fija una segunda zona con anomalías (Y_2) a una zona dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), dentro de la cual no se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación prescrito debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), y en la cual la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro del segundo intervalo de temperaturas; y

una unidad de determinación de factores de anomalía que determina que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) está dentro de la zona de determinación requerida (X_2) cuando la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro del primer intervalo de temperaturas y se determina a continuación que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) se sitúa dentro de la primera zona con anomalías (Y_1) cuando la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) se lleva hacia el segundo intervalo de temperaturas, determinando la unidad de determinación de factores de anomalía que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) está dentro de la zona de determinación requerida (X_2) cuando la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro del primer intervalo de temperaturas y se determina a continuación que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) se sitúa dentro de la segunda zona con anomalías (Y_2) cuando la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) se lleva al segundo intervalo de temperaturas.

2. Sistema de detección de anomalías según la reivindicación 1, que comprende además:

una unidad de fijación de zonas con irregularidad confirmada que fija una zona con irregularidad confirmada (X_1) a una zona dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), dentro de la cual no se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), y en la cual la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro del primer intervalo de temperaturas,

en el que si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) está dentro de la zona con irregularidad confirmada (X_1) cuando la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro del primer intervalo de temperaturas, la unidad de determinación de factores de anomalías determina que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15).

3. Sistema de detección de anomalías según la reivindicación 2, en el que la unidad de fijación de zonas con irregularidad confirmada fija la zona con irregularidad confirmada a una zona (X_1) que es adyacente a la zona de

determinación requerida (X_2), y en la que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) es mayor que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) en la zona de determinación requerida (X_2) a cualquier temperatura del catalizador dada.

4. Sistema de detección de anomalías según la reivindicación 1, en el que la unidad de fijación de primeras zonas con anomalías fija la primera zona con anomalías (Y_1) a una zona en la que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) es mayor que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) en la segunda zona con anomalías (Y_2) a cualquier temperatura del catalizador dada.

5. Sistema de detección de anomalías según la reivindicación 1, en el que:

cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), a medida que la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) se incrementa después de la activación del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), el rendimiento de eliminación de NOx (NR) se incrementa debido a un incremento en una relación de una cantidad de NOx que se reduce por la reacción con amoniaco en una fase gaseosa con respecto a una cantidad total de NOx que se reduce por reacción con amoniaco;

cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), el rendimiento de eliminación de NOx (NR) disminuye a una velocidad constante después de la activación del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) con independencia de la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15);

el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) coincide con el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), a una temperatura específica (TCa) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) después de la activación del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15); y

el primer intervalo de temperaturas se fija a un intervalo entre una temperatura de activación (TC_0) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) y la temperatura específica (TCa) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15).

6. Sistema de detección de anomalías según la reivindicación 5, en el que:

a cualquier temperatura del catalizador dada dentro del primer intervalo de temperaturas, el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) es menor que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15); y

la unidad de fijación de zonas de determinación requerida fija la zona de determinación requerida (X_2) a una zona en la que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) es menor, a cualquier temperatura del catalizador dada, que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15).

7. Sistema de detección de anomalías según la reivindicación 6, en el que:

cuando se pierde completamente la catálisis del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), a medida que la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) se incrementa, el rendimiento de eliminación de NOx (NR) se incrementa debido al incremento de la relación de la cantidad de NOx que se reduce por la reacción con el amoniaco en la fase gaseosa con respecto a la cantidad total de NOx que se reduce por la reacción con el amoniaco;

el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando se pierde completamente la catálisis del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) coincide con el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), a una cierta temperatura (TC_2) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) que es mayor que la temperatura específica (TCa) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15); y

el segundo intervalo de temperaturas se fija dentro de una zona de temperaturas que tiene un límite inferior que es mayor que la cierta temperatura (TC_2) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15).

8. Sistema de detección de anomalías según la reivindicación 7, en el que:

la unidad de fijación de primeras zonas con anomalías fija la primera zona con anomalías (Y_1) a una zona que está dentro del segundo intervalo de temperaturas y que está entre el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) y el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando se pierde completamente la catálisis del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15); y

la unidad de fijación de segundas zonas con anomalías fija la segunda zona con anomalías (Y_2) a una zona que está dentro del segundo intervalo de temperaturas y en la que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) es menor, a cualquier temperatura del catalizador dada, que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx alcanza el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15).

9. Sistema de detección de anomalías según la reivindicación 1, en el que si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) está dentro de la zona de determinación requerida (X_2) cuando la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro del primer intervalo de temperaturas, y la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) no se lleva hacia el segundo intervalo de temperaturas dentro de un periodo prescrito, el catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) se calienta hasta que la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) se lleva hacia el segundo intervalo de temperaturas.

10. Sistema de detección de anomalías según la reivindicación 1, que comprende además un sensor de NOx (29) que está dispuesto en el conducto de escape del motor de combustión interna en una posición aguas abajo del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) con el fin de obtener el rendimiento de eliminación de NOx (NR).

11. Método de detección de anomalías para un motor de combustión interna, según el cual se determina si una cantidad de emisión de NOx supera un valor de regulación prescrito debido al deterioro de un catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) dispuesto en un conducto de escape del motor de combustión interna o debido a una irregularidad en una cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), caracterizado porque comprende:

fijar una zona de determinación requerida (X_2) a una zona dentro de la cual se sitúa un rendimiento de eliminación de NOx (NR) o bien en un caso en el que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) o bien en un caso en el que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), y en la cual la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro de un primer intervalo predeterminado de temperaturas;

fijar una primera zona con anomalías (Y_1) a una zona dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), dentro de la cual no se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), y en la cual la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro de un segundo intervalo predeterminado de temperaturas que tiene un límite inferior que es mayor que un límite superior del primer intervalo de temperaturas;

fijar una segunda zona con anomalías (Y_2) a una zona dentro de la cual se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), dentro de la cual no se sitúa el rendimiento de eliminación de NOx (NR) cuando la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación prescrito debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), y en la cual la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro del segundo intervalo de temperaturas;

determinar que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido al deterioro del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) está dentro de la zona de determinación requerida (X_2) cuando la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro del primer intervalo de temperaturas y a continuación se determina que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) se sitúa dentro de la primera zona con anomalías (Y_1) cuando la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) se lleva al segundo intervalo de temperaturas; y

determinar que la cantidad de emisión de NOx supera el valor de regulación debido a una irregularidad en la cantidad o calidad de solución de urea acuosa que se suministra al catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15), si se determina que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) está dentro de la zona de determinación requerida (X_2) cuando la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) está dentro del primer intervalo de temperaturas y a continuación se determina que el rendimiento de eliminación de NOx (NR) se sitúa dentro de la segunda zona con anomalías (Y_2) cuando la temperatura (TC) del catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (15) se lleva al segundo intervalo de temperaturas.

FIG. 1

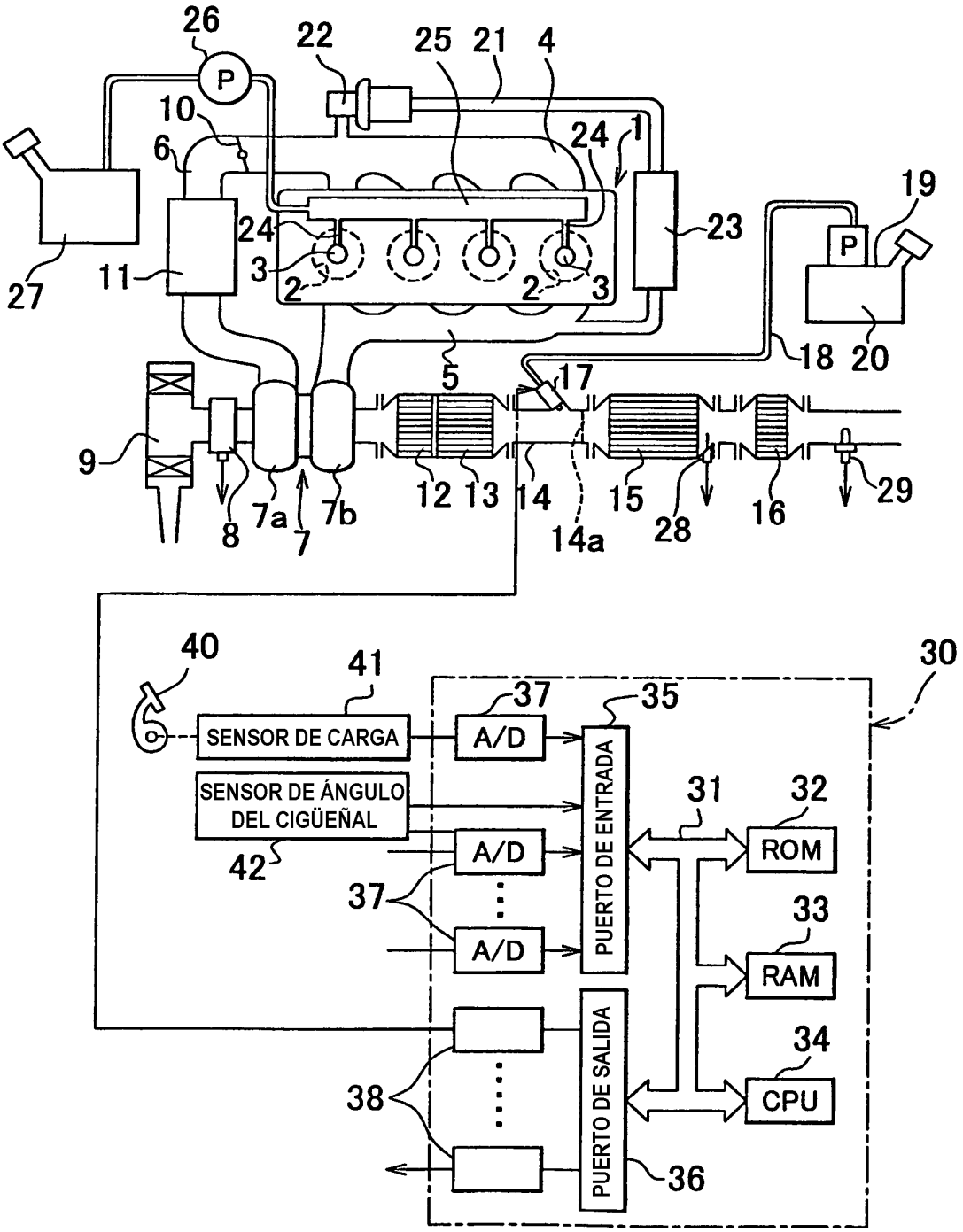

26
P
22
25
21
4
10
6
24
1
19
24
23
P
3
2
2
3
27
11
18
20
5
17
9
8
7a
7
7b
12
13
14
15
28
16
29
14a
40
41
30
37
35
SENSOR DE CARGA
A/D
SENSOR DE ÁNGULO DEL CIGÜEÑAL
PUERTO DE ENTRADA
31
32
ROM
42
A/D
37
33
A/D
RAM
34
38
CPU
PUERTO DE SALIDA
36

FIG. 2A

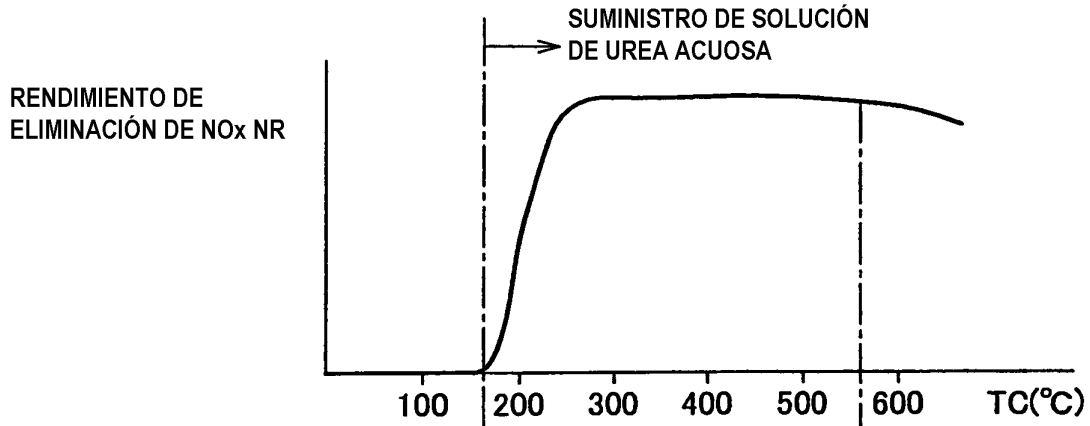


FIG. 2B

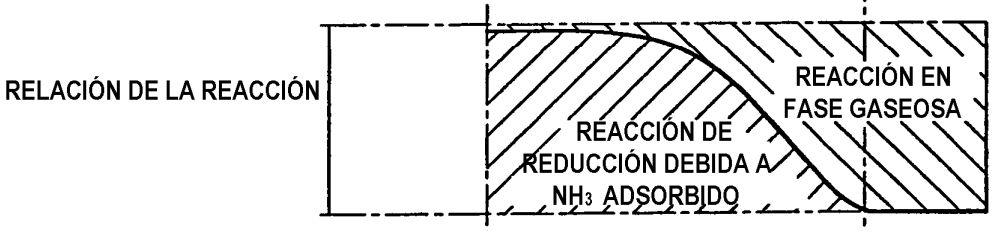


FIG. 2C

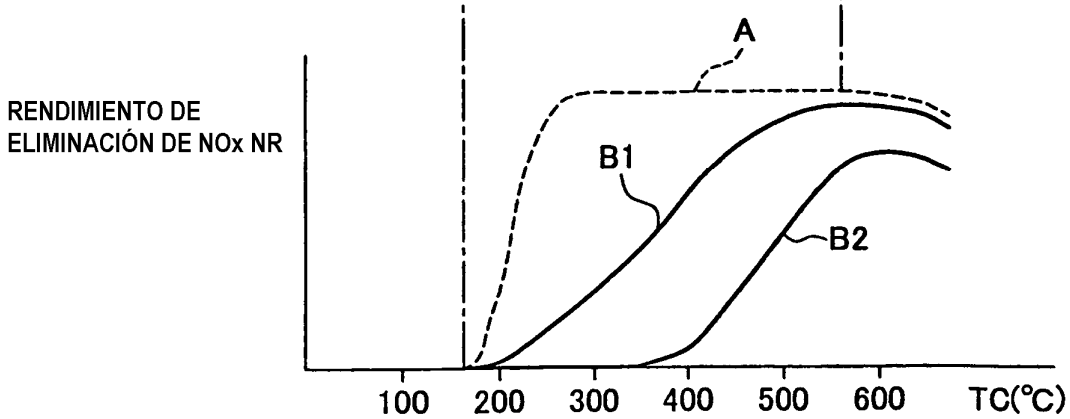


FIG. 3A

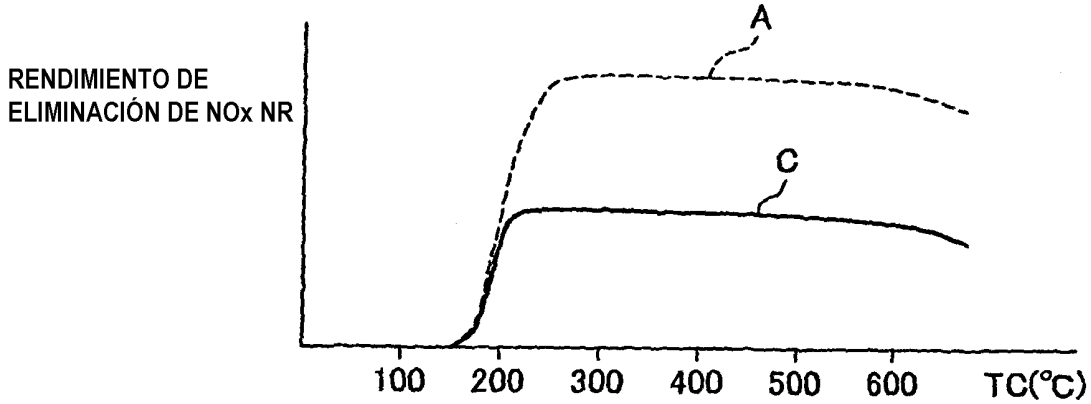

RENDIMIENTO DE
ELIMINACIÓN DE NOx NR
A
C
100
200
300
400
500
600
TC(°C)

FIG. 3B

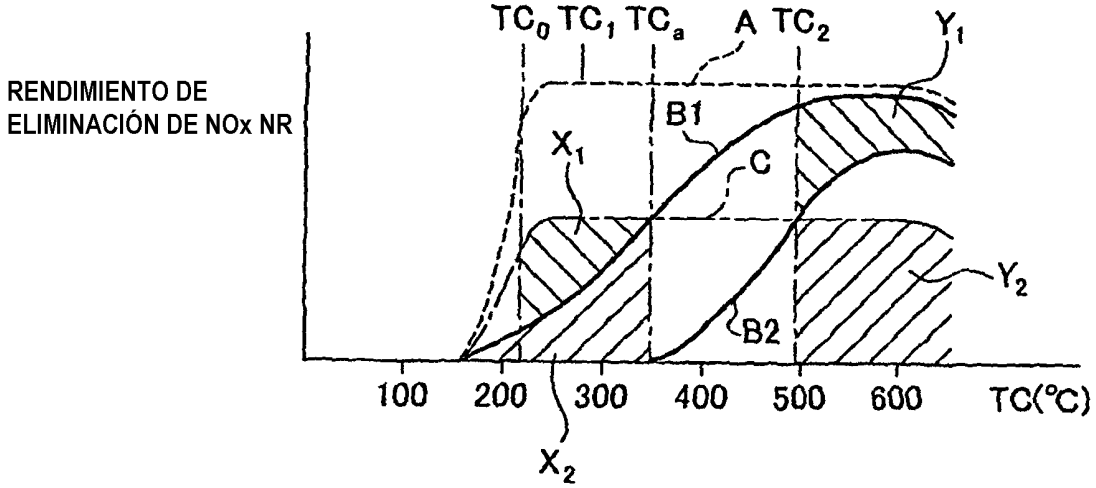

RENDIMIENTO DE
ELIMINACIÓN DE NOx NR
TC0 TC1 TCa
A TC2
Y1
B1
X1
C
Y2
B2
100
200
300
400
500
600
TC(°C)
X2

FIG. 4

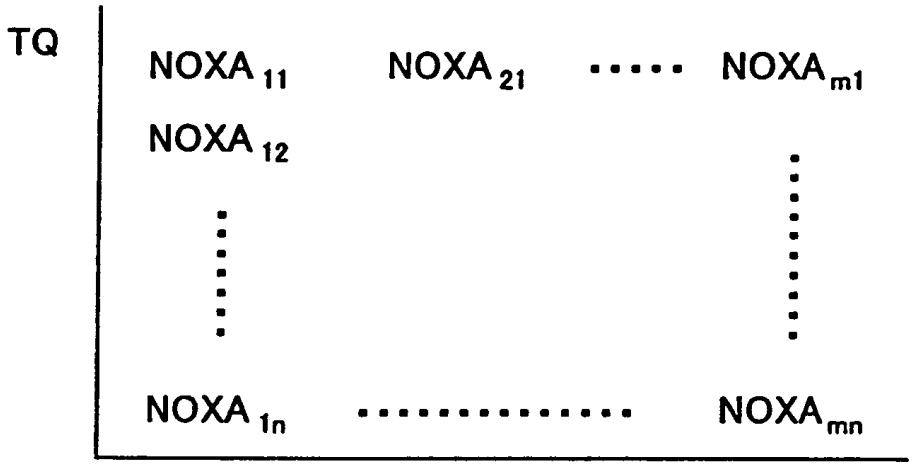
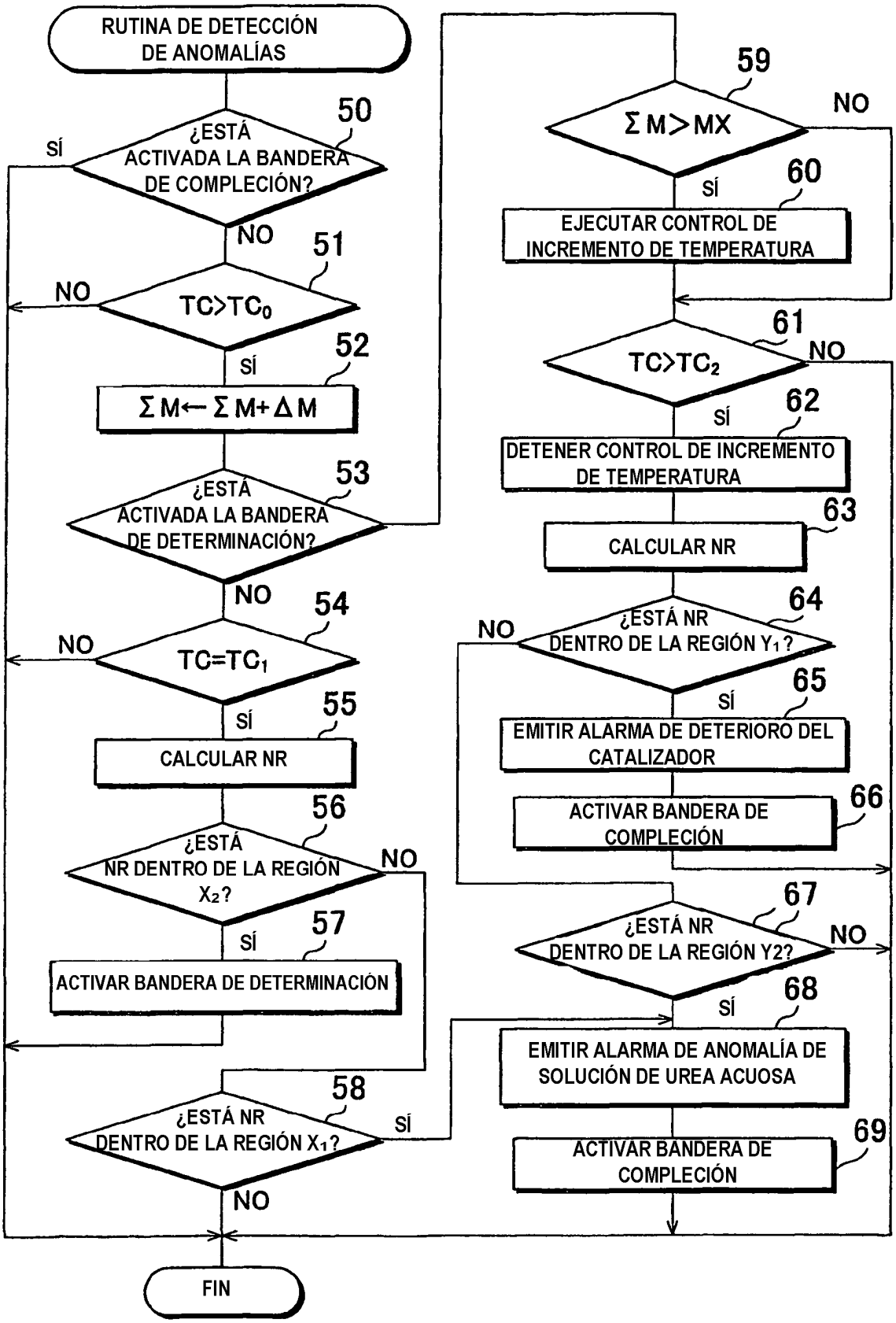


FIG. 5


RUTINA DE DETECCIÓN DE ANOMALÍAS
50
¿ESTÁ ACTIVADA LA BANDERA DE COMPLECIÓN?
SÍ
NO
51
TC>TC0
NO
SÍ
52
ΣM← ΣM+ΔM
53
¿ESTÁ ACTIVADA LA BANDERA DE DETERMINACIÓN?
NO
54
TC=TC1
NO
SÍ
55
CALCULAR NR
56
¿ESTÁ NR DENTRO DE LA REGIÓN X2?
NO
SÍ
57
ACTIVAR BANDERA DE DETERMINACIÓN
58
¿ESTÁ NR DENTRO DE LA REGIÓN X1?
SÍ
NO
FIN
59
ΣM>MX
NO
SÍ
60
EJECUTAR CONTROL DE INCREMENTO DE TEMPERATURA
61
TC>TC2
NO
SÍ
62
DETENER CONTROL DE INCREMENTO DE TEMPERATURA
63
CALCULAR NR
64
¿ESTÁ NR DENTRO DE LA REGIÓN Y1?
NO
SÍ
65
EMITIR ALARMA DE DETERIORO DEL CATALIZADOR
66
ACTIVAR BANDERA DE COMPLECIÓN
67
¿ESTÁ NR DENTRO DE LA REGIÓN Y2?
NO
SÍ
68
EMITIR ALARMA DE ANOMALÍA DE SOLUCIÓN DE UREA ACUOSA
69
ACTIVAR BANDERA DE COMPLECIÓN