

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 482**

51 Int. Cl.:

F01N 3/08 (2006.01)

F01N 3/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.02.2012 PCT/JP2012/052732**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.08.2013 WO13118254**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2012 E 12759340 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2639419**

54 Título: **Dispositivo de purificación de gases de escape para motor de combustión interna**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.08.2017

73 Titular/es:
TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
1, Toyota-cho, Toyota-shi
Aichi-ken, 471-8571, JP

72 Inventor/es:
UENISHI, TORU;
INOUE, MIKIO y
YOSHIDA, KOHEI

74 Agente/Representante:
ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 629 482 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).

DISPOSITIVO DE PURIFICACIÓN DE GASES DE ESCAPE PARA MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**DESCRIPCIÓN****5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna.

10 Técnica anterior

15 Los gases de escape de motores diésel, motores de gasolina, y otros motores de combustión interna incluyen, por ejemplo, monóxido de carbono (CO), combustible no quemado compuesto por hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado (PM), y otros constituyentes. Como dispositivos para eliminar el NO_x, se conocen un catalizador de reducción que reduce continuamente el NO_x que está contenido en los gases de escape mediante la alimentación de un agente reductor al catalizador de purificación de gases de escape o un catalizador de almacenamiento de NO_x que almacena el NO_x cuando los gases de escape son pobres en cuanto a la relación aire-combustible y libera el NO_x almacenado cuando los gases de escape se hacen ricos en cuanto a la relación aire-combustible.

20 La publicación de patente japonesa n.º 11-81994 A1 da a conocer un motor de combustión interna en el que un catalizador de tres vías está dispuesto en un lado aguas arriba y un catalizador de NO_x que reduce el NO_x alimentando HC está dispuesto en el lado aguas abajo. Se da a conocer que, en este motor de combustión interna, cuando las condiciones para el diagnóstico del estado de catalizador, se alimenta HC en un estado de impulso al catalizador de tres vías como sustancia traza desde una boquilla de alimentación de HC aguas arriba del catalizador de tres vías y se estima la cantidad de adsorción de HC por el catalizador de NO_x (estado contaminado). Adicionalmente, se da a conocer que la cantidad de alimentación de HC que se alimenta como agente reductor al catalizador de NO_x se corrige según la cantidad de adsorción de HC por el catalizador de NO_x catalizador. Se da a conocer que cuanto mayor es la cantidad de adsorción de HC por el catalizador de NO_x, más pequeña debe establecerse la cantidad de alimentación de HC para impedir que la cantidad de adsorción de HC por el catalizador de NO_x supere un valor límite contaminado no recuperable.

35 La publicación de patente japonesa n.º 9-4437 A1 da a conocer un sistema de eliminación de óxido de nitrógeno que está dotado de un dispositivo catalizador que elimina los óxidos de nitrógeno en una atmósfera rica en oxígeno y unos medios de aumento de HC para añadir combustible como agente de aumento de HC en los gases de escape para aumentar los hidrocarburos en los gases de escape. Los medios de control de este sistema de eliminación tienen una unidad de cálculo de HC primaria que calcula la cantidad de agente de aumento en una base primaria y una unidad de cálculo de HC final que corrige la cantidad calculada primaria del agente de aumento y determina la cantidad calculada final. La unidad de cálculo de HC primaria calcula la cantidad del agente de aumento en una base primaria a partir del estado de los gases de escape y la temperatura del lecho de catalizador. Se da a conocer que la unidad de cálculo de HC final cambia la cantidad de adición del agente de aumento basándose en la velocidad de adsorción de HC del lecho de catalizador, la velocidad de desorción de HC, y la relación de adsorción de hidrocarburos en el lecho de catalizador.

45 La publicación internacional WO2011/114499 da a conocer un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna que dispone una válvula de alimentación de hidrocarburos en un canal de escape del motor y que dispone un catalizador de purificación de gases de escape aguas abajo de la válvula de alimentación de hidrógeno en el canal de escape del motor. Este catalizador de purificación de gases de escape porta unos catalizadores de metales preciosos sobre una superficie de flujo de gases de escape y está conformado con unas partes de superficie de flujo de gases de escape básicas alrededor de los catalizadores de metales preciosos. Adicionalmente, se da a conocer inyectar hidrocarburos, en el momento de funcionamiento del motor, desde la válvula de alimentación de hidrocarburos en un periodo predeterminado dentro de 5 segundos y eliminar el NO_x que está contenido en los gases de escape. Con este sistema de purificación de gases de escape, es posible obtener una alta tasa de eliminación de NO_x incluso si el catalizador de purificación de gases de escape pasa a estar a una alta temperatura.

50 Además, la publicación internacional n.º WO2011/114501 da a conocer un sistema de purificación de gases de escape que inyecta hidrocarburos en el periodo predeterminado anterior, en el que se usan de manera selectiva, según el estado de funcionamiento del motor de combustión interna, un primer método de eliminación de NO_x que mantiene los gases de escape que fluyen al interior del catalizador de purificación de gases de escape en el momento de funcionamiento del motor pobres en cuanto a la relación aire-combustible mientras inyecta hidrocarburos desde una válvula de alimentación de hidrocarburos en un intervalo de alimentación predeterminado para eliminar el NO_x que está contenido en los gases de escape y un segundo método de eliminación de NO_x que conmuta los gases de escape que fluyen al interior del catalizador de purificación de gases de escape de pobres a ricos en cuanto a la relación aire-combustible en intervalos más largos que un intervalo de alimentación predeterminado para eliminar el NO_x.

Además, la publicación internacional n.º WO2007/026229 A1 da a conocer medios de adición de combustible que añaden combustible al interior de los gases de escape, un catalizador de reducción de almacenamiento de NO_x mediante el cual el NO_x que se ha almacenado se reduce mediante el combustible que se añade mediante los medios de adición de combustible, y medios de control que, basándose en la cantidad de aire de admisión del motor de combustión interna, la cantidad de suministro de combustible al motor de combustión interna, la relación aire/combustible objetivo durante la reducción de NO_x, y el periodo de continuación rico durante el cual esta relación aire/combustible objetivo, deben continuarse, calcula una cantidad de combustible añadido que va a añadirse durante este periodo de continuación rico y controla los medios de adición de combustible de modo que se añade combustible mediante la dispersión de esta cantidad de combustible añadido calculada durante este periodo de continuación rico.

Lista de citas

Bibliografía de patentes

PLT 1: publicación de patente japonesa (A) n.º 11-81994 A1

PLT 2: publicación de patente japonesa n.º 9-4437 A1

PLT 3: publicación internacional n.º WO2011/114499

PLT 4: publicación internacional n.º WO2011/114501

PLT 5: publicación internacional n.º WO2007/026229

Sumario de la invención

Problema técnico

Tal como se da a conocer en la publicación internacional n.º WO2011/114501 mencionada anteriormente, usando de manera selectiva el primer método de eliminación de NO_x y el segundo método de eliminación de NO_x en un catalizador de purificación de gases de escape que tiene una configuración predeterminada, puede obtenerse una alta tasa de eliminación de NO_x. En particular, con el primer método de eliminación de NO_x, incluso si el catalizador de purificación de gases de escape pasa a estar a una alta temperatura, puede obtenerse una alta tasa de eliminación de NO_x. A este respecto, en el primer método de eliminación de NO_x, los hidrocarburos se alimentan al catalizador de purificación de gases de escape en intervalos cortos. En un estado predeterminado, en ocasiones los hidrocarburos fluyeron hacia fuera desde el catalizador de purificación de gases de escape. Por ejemplo, en ocasiones el primer método de eliminación de NO_x se realizó durante un largo periodo de tiempo, entonces los gases de escape con alta concentración de oxígeno fluyeron al interior o la temperatura de catalizador pasó a ser alta y los hidrocarburos adsorbidos se desorbieron o se superó la capacidad de adsorción de hidrocarburos por el catalizador de purificación de gases de escape y los hidrocarburos fluyeron hacia fuera desde el catalizador de purificación de gases de escape.

El sistema de purificación de gases de escape suprime preferiblemente el flujo de salida de hidrocarburos del sistema de purificación de gases de escape que elimina el NO_x. Por ejemplo, cuando un catalizador que tiene una función de oxidación está dispuesto aguas abajo de un catalizador de purificación de gases de escape, en ocasiones, en este catalizador, los hidrocarburos se oxidan y el catalizador pasa a estar a una temperatura excesivamente alta. Cuando un filtro de partículas está dispuesto aguas abajo del catalizador de purificación de gases de escape, los hidrocarburos que fluyen hacia fuera desde el catalizador de purificación de gases de escape fluyen al interior del filtro de partículas. El filtro de partículas porta un metal catalizador que tiene una función de oxidación. En ocasiones los hidrocarburos se oxidan y se superó la temperatura permisible. Alternativamente, en ocasiones los hidrocarburos se deslizaron a través del filtro de partículas dando como resultado la formación de humo blanco.

La presente invención tiene como objeto la previsión de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna que elimina el NO_x en una alta tasa de eliminación de NO_x incluso a una alta temperatura y, además, suprime el flujo de salida de hidrocarburos.

Solución al problema

El sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna de la presente invención está dotado dentro del canal de escape del motor de una válvula de alimentación de hidrocarburos para alimentar hidrocarburos, dispone un catalizador de purificación de gases de escape para provocar que el NO_x que está contenido en los gases de escape gas e hidrocarburos reformados reaccionen aguas abajo de la válvula de alimentación de hidrocarburos en el canal de escape del motor, porta unos catalizadores de metales preciosos sobre la superficie de flujo de gases de escape del catalizador de purificación de gases de escape, y forma unas partes de

superficie de flujo de gases de escape básicas alrededor de los catalizadores de metales preciosos. El catalizador de purificación de gases de escape tiene la propiedad de reducir el NO_x que está contenido en los gases de escape si se hace vibrar la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador de purificación de gases de escape dentro de un intervalo predeterminado de amplitud y dentro de un intervalo predeterminado de periodo y tiene la propiedad de aumentar la cantidad de almacenamiento de NO_x que está contenido en los gases de escape si se hace el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos más largo que el intervalo predeterminado. En el momento de funcionamiento del motor, se controla la cantidad de alimentación de hidrocarburos desde la válvula de alimentación de hidrocarburos de modo que la amplitud del cambio de concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador de purificación de gases de escape pasa a estar dentro del intervalo predeterminado de amplitud anterior, mientras que se controla el intervalo de alimentación de hidrocarburos desde la válvula de alimentación de hidrocarburos de modo que la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador de purificación de gases de escape vibra dentro de un intervalo predeterminado de periodo. Durante este periodo de tiempo, se estima la cantidad de adsorción de hidrocarburos en el catalizador de purificación de gases de escape. Si la cantidad estimada de adsorción de hidrocarburos supera un valor de determinación predeterminado de la cantidad de adsorción, se realiza al menos un control de control que reduce la cantidad de alimentación de hidrocarburos y control que alarga el intervalo de alimentación de hidrocarburos.

Preferiblemente, en la invención anterior, el sistema está formado para poder realizar un primer método de eliminación de NO_x que hace vibrar la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador de purificación de gases de escape dentro del intervalo predeterminado de amplitud y dentro del intervalo predeterminado de periodo y un segundo método de eliminación de NO_x que hace el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos más largo que el intervalo predeterminado, y, durante el periodo de tiempo en el que se está usando el primer método de eliminación de NO_x para eliminar el NO_x , si la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape supera un valor de determinación de conmutación predeterminado, el primer método de eliminación de NO_x se conmuta al segundo método de eliminación de NO_x .

Preferiblemente, en la invención anterior, cuando la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape supera un valor de determinación de cambio de patrón de alimentación predeterminado, se realiza al menos un control de control que hace la cantidad de alimentación de hidrocarburos más pequeña y control que hace el intervalo de alimentación de hidrocarburos más largo en cuanto a la amplitud de cambio de la concentración de hidrocarburos dentro del intervalo predeterminado de amplitud y en cuanto a la vibración de concentración de hidrocarburos dentro del intervalo predeterminado de periodo.

Preferiblemente, en la invención anterior, el sistema está formado para poder realizar un primer método de eliminación de NO_x que hace vibrar la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador de purificación de gases de escape dentro del intervalo predeterminado de amplitud y dentro del intervalo predeterminado de periodo y un segundo método de eliminación de NO_x que hace el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos más largo que un intervalo predeterminado, durante el periodo de tiempo en el que se está usando el primer método de eliminación de NO_x para eliminar el NO_x , cuanto mayor es la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape, más se realiza al menos un control de control que hace la cantidad de alimentación de hidrocarburos más pequeña y control que hace el intervalo de alimentación de hidrocarburos más largo en cuanto a la amplitud de cambio de la concentración de hidrocarburos dentro del intervalo predeterminado de amplitud y en cuanto a la vibración de concentración de hidrocarburos dentro del intervalo predeterminado de periodo, cuando la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape supera un valor de determinación de conmutación predeterminado, se realiza un control para conmutar del primer método de eliminación de NO_x al segundo método de eliminación de NO_x , y, cuando la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape supera un valor de determinación de detención predeterminado, se realiza un control para detener la alimentación de hidrocarburos desde la válvula de alimentación de hidrocarburos.

50 Efectos ventajosos de la invención

Según la presente invención, es posible proporcionar un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna que elimina el NO_x con una alta tasa de eliminación de NO_x incluso a una alta temperatura y, adicionalmente, suprime el flujo de salida de hidrocarburos.

Breve descripción de los dibujos

60 La figura 1 es una vista general de un motor de combustión interna en una realización.

La figura 2 es una vista que muestra esquemáticamente una parte superficial de un soporte de catalizador de un catalizador de purificación de gases de escape.

65 La figura 3 es una vista que explica una reacción de oxidación de hidrocarburos en un catalizador de purificación de gases de escape.

- La figura 4 es una vista que muestra cambios en una relación aire-combustible de gases de escape que fluyen hacia el interior de un catalizador de purificación de gases de escape en un primer método de eliminación de NO_x .
- 5 La figura 5 es una vista que muestra una tasa de eliminación de NO_x del primer método de eliminación de NO_x .
- La figura 6A es una vista ampliada que explica una reacción de oxidación reducción de un catalizador de purificación de gases de escape en el primer método de eliminación de NO_x .
- 10 La figura 6B es una vista ampliada que explica la producción de productos intermedios reductores en el primer método de eliminación de NO_x .
- La figura 7A es una vista ampliada que explica el almacenamiento de NO_x en un catalizador de purificación de gases de escape en un segundo método de eliminación de NO_x .
- 15 La figura 7B es una vista ampliada que explica la liberación y reducción de NO_x de un catalizador de purificación de gases de escape en el segundo método de eliminación de NO_x .
- La figura 8 es una vista que muestra cambios en una relación aire-combustible de gases de escape que fluyen hacia el interior de un catalizador de purificación de gases de escape en el segundo método de eliminación de NO_x .
- 20 La figura 9 es una vista que muestra una tasa de eliminación de NO_x en el segundo método de eliminación de NO_x .
- La figura 10 es un diagrama de tiempo que muestra cambios en una relación aire-combustible de gases de escape que fluyen hacia el interior de un catalizador de purificación de gases de escape en el primer método de eliminación de NO_x .
- 25 La figura 11 es otro diagrama de tiempo que muestra cambios en la relación aire-combustible de gases de escape que fluyen hacia el interior de un catalizador de purificación de gases de escape en el primer método de eliminación de NO_x .
- 30 La figura 12 es una vista que muestra la relación entre la fuerza de oxidación de un catalizador de purificación de gases de escape y una relación aire-combustible mínima demandada X en el primer método de eliminación de NO_x .
- La figura 13 es una vista que muestra la relación entre una concentración de oxígeno en los gases de escape y una amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos que proporciona la misma tasa de eliminación de NO_x en el primer método de eliminación de NO_x .
- 35 La figura 14 es una vista que muestra la relación entre una amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos y una tasa de eliminación de NO_x en el primer método de eliminación de NO_x .
- 40 La figura 15 es una vista que muestra la relación entre un periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos y una tasa de eliminación de NO_x en el primer método de eliminación de NO_x .
- La figura 16A es un mapa que muestra el periodo de tiempo de inyección de hidrocarburos en el primer método de eliminación de NO_x .
- 45 La figura 16B es un mapa que muestra el intervalo de alimentación de hidrocarburos en el primer método de eliminación de NO_x .
- 50 La figura 17 es una vista que muestra cambios en la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador de purificación de gases de escape en el segundo método de eliminación de NO_x .
- La figura 18 es una vista que muestra un mapa de una cantidad de NO_x NO_xA que se expulsa desde un cuerpo de motor hasta el canal de escape del motor.
- 55 La figura 19 es una vista que muestra tiempos de inyección de combustible cuando se realiza una inyección auxiliar en una cámara de combustión.
- La figura 20 es una vista que muestra un mapa de la cantidad de alimentación de hidrocarburos WR cuando se realiza una inyección auxiliar.
- 60

La figura 21 es una gráfica que explica las regiones de los métodos de eliminación de NO_x basándose en el estado de funcionamiento del motor de combustión interna.

5 La figura 22 es una gráfica de una tasa de eliminación de NO_x con respecto a la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape en el primer método de eliminación de NO_x.

La figura 23 es un diagrama de tiempo de un primer control operativo en una realización.

10 La figura 24 es un diagrama de flujo de un primer control operativo en una realización.

La figura 25 es otro diagrama de flujo del primer control operativo en una realización.

15 La figura 26 es un diagrama de flujo de control para estimar la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape.

La figura 27 es una gráfica de la velocidad de reacción de hidrocarburos con respecto a la temperatura del catalizador de purificación de gases de escape.

20 La figura 28 es una gráfica de la velocidad de reacción de hidrocarburos con respecto a la velocidad de flujo de gases que fluyen al interior del catalizador de purificación de gases de escape.

La figura 29 es una gráfica que explica un coeficiente de corrección para calcular la velocidad de reacción de hidrocarburos con respecto a la cantidad de adsorción de hidrocarburos.

25 La figura 30 es un diagrama de tiempo de un ejemplo de funcionamiento cuando se conmuta del segundo método de eliminación de NO_x al primer método de eliminación de NO_x.

La figura 31 es un diagrama de tiempo de un segundo control operativo en una realización.

30 La figura 32 es parte de un diagrama de flujo del segundo control operativo en una realización.

Descripción de realizaciones

35 Haciendo referencia de la figura 1 a la figura 32, se explicará un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna en una realización. En la presente realización, se tomará como ejemplo para la explicación un motor de combustión interna de tipo encendido por compresión que está montado en un vehículo.

40 La figura 1 es una vista general de un motor de combustión interna en la presente realización. El motor de combustión interna está dotado de un cuerpo 1 de motor. Adicionalmente, el motor de combustión interna está dotado de un sistema de purificación de gases de escape que purifica los gases de escape. El cuerpo 1 de motor incluye unas cámaras 2 de combustión como cilindros, unos inyectores 3 de combustible controlados electrónicamente para inyectar combustible a las cámaras 2 de combustión, un colector 4 de admisión, y un colector 5 de escape.

45 El colector 4 de admisión está conectado a través de un canal 6 de admisión a una salida de un compresor 7a de un turbocompresor 7 de escape. Una entrada del compresor 7a está conectada a través de un detector 8 de aire de admisión a un purificador 9 de aire. Dentro del canal 6 de admisión está dispuesta una válvula 10 de mariposa que está accionada por un motor paso a paso. Además, en el centro del canal 6 de admisión, está dispuesto un dispositivo 11 de enfriamiento para enfriar el aire de admisión que fluye a través del interior del canal 6 de admisión.
50 En la realización que se muestra en la figura 1, el agua de enfriamiento del motor se guía al dispositivo 11 de enfriamiento. El agua de enfriamiento del motor se usa para enfriar el aire de admisión.

Por otro lado, el colector 5 de escape está conectado a la entrada de la turbina 7b de escape del turbocompresor 7 de escape. Una salida de la turbina 7b de escape está conectada a través de una tubería 12 de escape a una
55 entrada de un catalizador 13 de purificación de gases de escape. Una salida del catalizador 13 de purificación de gases de escape está conectada a un filtro 14 de partículas que atrapa partículas que están contenidas en los gases de escape.

60 Aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape está dispuesta una válvula 15 de alimentación de hidrocarburos para alimentar hidrocarburos compuestos por gasóleo que se usa como combustible de un motor de combustión interna de tipo encendido por compresión u otro combustible. En la presente realización, se usa gasóleo como los hidrocarburos que se alimentan desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos. Obsérvese que la presente invención puede aplicarse también a un motor de combustión interna de tipo encendido por chispa en el que la relación aire-combustible en el momento de la combustión se controla para que sea pobre. En este caso,
65 desde la válvula de alimentación de hidrocarburos, se alimentan hidrocarburos compuestos por gasolina que se usa

como combustible del motor de combustión interna de tipo encendido por chispa u otro combustible.

5 Entre el colector 5 de escape y el colector 4 de admisión, está dispuesto un conducto 16 de EGR para la recirculación de gases de escape (EGR). En el conducto 16 de EGR, está dispuesta una válvula 17 de control de EGR de tipo de control electrónico. Adicionalmente, en el centro del conducto 16 de EGR, está dispuesto un dispositivo 18 de enfriamiento para enfriar el gas de EGR que fluye a través del interior del conducto 16 de EGR. En la realización que se muestra en la figura 1, el agua de enfriamiento del motor se guía al interior del dispositivo 18 de enfriamiento. El agua de enfriamiento del motor se usa para enfriar el gas de EGR.

10 Los inyectores 3 de combustible respectivos están conectados a través de unos tubos 19 de alimentación de combustible a un conducto 20 común. El conducto 20 común está conectado a través de una bomba 21 de combustible de descarga variable de tipo de control electrónico a un tanque 22 de combustible. El combustible que está almacenado en el tanque 22 de combustible se alimenta mediante la bomba 21 de combustible al interior del conducto 20 común. El combustible que se alimenta al conducto 20 común se alimenta a través de los tubos 19 de alimentación de combustible respectivos a los inyectores 3 de combustible.

15 Una unidad 30 de control electrónico está compuesta por un ordenador digital. La unidad 30 de control electrónico en la presente realización funciona como dispositivo de control del sistema de purificación de gases de escape. La unidad 30 de control electrónico incluye componentes que están conectados entre sí mediante un bus 31 bidireccional tal como una ROM (memoria de solo lectura) 32, una RAM (memoria de acceso aleatorio) 33, una CPU (microprocesador) 34, un puerto 35 de entrada, y un puerto 36 de salida.

20 Aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape, está acoplado un sensor 23 de temperatura para detectar la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape. El filtro 14 de partículas tiene un sensor 24 de presión diferencial acoplado al mismo para detectar la presión diferencial antes y después del filtro 14 de partículas. Las señales de salida del sensor 23 de temperatura, sensor 24 de presión diferencial, y detector 8 de aire de admisión se introducen a través de correspondientes convertidores 37 AD respectivamente al puerto 35 de entrada.

25 Adicionalmente, un pedal 40 de acelerador tiene un sensor 41 de carga conectado al mismo que genera una tensión de salida que es proporcional a la cantidad de depresión del pedal 40 de acelerador. La tensión de salida del sensor 41 de carga se introduce a través de un correspondiente convertidor 37 AD en el puerto 35 de entrada. Además, el puerto 35 de entrada ha conectado al mismo un sensor 42 de ángulo del cigüeñal que genera un impulso de salida cada vez que el cigüeñal rota por ejemplo 15°. La salida del sensor 42 de ángulo del cigüeñal puede usarse para detectar el ángulo del cigüeñal o la velocidad de motor. Por otro lado, el puerto 36 de salida está conectado a través de correspondientes circuitos 38 de accionamiento a los inyectores 3 de combustible, un motor paso a paso para accionar la válvula 10 de mariposa, válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, válvula 17 de control de EGR y bomba 21 de combustible. Estos inyectores 3 de combustible, válvula 10 de mariposa, válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, válvula 17 de control de EGR, etc. están controlados por la unidad 30 de control electrónico.

30 El filtro 14 de partículas es un filtro que elimina las partículas de carbono, sulfatos, y otras partículas que están contenidas en los gases de escape. El filtro 14 de partículas tiene, por ejemplo, una estructura de panal de abeja y tiene una pluralidad de canales que se extienden en la dirección de flujo del gas. En la pluralidad de canales, están formados de manera alternativa canales con extremos aguas abajo sellados y canales con extremos aguas arriba sellados. Las paredes separadoras de los canales están formadas por un material poroso tal como cordierita. Si los gases de escape se hacen pasar a través de las paredes separadoras, las partículas se atrapan. Las partículas se atrapan en el filtro 14 de partículas. Las partículas que se acumulan gradualmente en el filtro 14 de partículas se eliminan mediante oxidación aumentando la temperatura en el interior de una atmósfera rica en aire por ejemplo a 650°C o similar.

35 La figura 2 muestra esquemáticamente una parte superficial del soporte de catalizador que se porta sobre el sustrato del catalizador 13 de purificación de gases de escape. En este catalizador 13 de purificación de gases de escape, tal como se muestra en la figura 2, un soporte 50 de catalizador compuesto, por ejemplo, de alúmina porta unos catalizadores 51, 52 de metales preciosos compuestos por partículas catalizadoras. Además, sobre el soporte 50 de catalizador, se forma una capa 53 básica que incluye al menos un elemento seleccionado de potasio K, sodio Na, cesio Cs, u otro metal alcalino de este tipo, bario Ba, calcio Ca, u otro metal alcalinotérreo de este tipo, un lantánido y otras tierras raras y plata Ag, cobre Cu, hierro Fe, iridio Ir, y otros metales de este tipo que pueda donar electrones al NO_x. Los gases de escape fluyen a lo largo del soporte 50 de catalizador, de modo que puede decirse que la superficie de flujo de gases de escape del catalizador 13 de purificación de gases de escape porta los catalizadores 51, 52 de metales preciosos. Adicionalmente, la superficie de la capa 53 básica presenta basicidad, así que la superficie de la capa 52 básica se denomina «parte 54 superficial de flujo de gases de escape básica».

40 Por otro lado, en la figura 2, los catalizadores 51 de metales preciosos están compuestos por platino Pt, mientras que los catalizadores 52 de metales preciosos están compuestos por rodio Rh. Obsérvese que en este caso, cualquiera de los catalizadores 51, 52 de metales preciosos puede estar compuesto también por platino Pt.

Adicionalmente, el soporte 50 de catalizador del catalizador 13 de purificación de gases de escape puede portar adicionalmente paladio Pd además de platino Pt y rodio Rh o puede portar paladio Pd en lugar de rodio Rh. Es decir, los catalizadores 51, 52 de metales preciosos que portan el soporte 50 de catalizador están compuestos por platino Pt y al menos uno de rodio Rh y paladio Pd.

Si se inyectan hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos al interior de los gases de escape, los hidrocarburos se reforman en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. En la presente invención, los hidrocarburos que se reformaron en este momento se usan para eliminar el NO_x en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. La figura 3 muestra esquemáticamente la acción de reformado que se realiza en el catalizador 13 de purificación de gases de escape en este momento. Tal como se muestra en la figura 3, los hidrocarburos HC que se inyectan desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos pasan a ser hidrocarburos HC en estado radical con pocos átomos de carbono debido al catalizador 51.

La figura 4 muestra los tiempos de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos y el cambio en la relación aire-combustible (A/F)in de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Obsérvese que el cambio de la relación aire-combustible (A/F)in depende del cambio en la concentración de hidrocarburos en los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape, de modo que el cambio en la relación aire-combustible (A/F)in que se muestra en la figura 4 puede decirse que expresa el cambio en la concentración de hidrocarburos. Sin embargo, si la concentración de hidrocarburos pasa a ser más alta, la relación aire-combustible (A/F)in pasa a ser más pequeña, de modo que en la figura 4, cuanto más rica es la relación aire-combustible (A/F)in, más alta es la concentración de hidrocarburos.

La figura 5 muestra la tasa de eliminación de NO_x por el catalizador 13 de purificación de gases de escape con respecto a cada temperatura de catalizador TC del catalizador 13 de purificación de gases de escape mientras se cambia periódicamente la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape para cambiar la relación aire-combustible (A/F)in de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape tal como se muestra en la figura 4. Los inventores investigaron sobre la eliminación de NO_x durante un largo periodo de tiempo y en el proceso de la investigación aprendieron que, si se hace vibrar la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape dentro de un intervalo predeterminado de amplitud y dentro de un intervalo predeterminado de periodo, tal como se muestra en la figura 5, se obtiene una tasa de eliminación de NO_x extremadamente alta incluso en la región de alta temperatura de 400°C o superior.

Además, en este momento, aprendieron que una gran cantidad de productos intermedios reductores que contienen nitrógeno e hidrocarburos continúan reteniéndose o adsorbiéndose sobre la superficie de la capa 53 básica, es decir, sobre las partes 54 de superficie de flujo de gases de escape básicas del catalizador 13 de purificación de gases de escape, y estos productos intermedios reductores desempeñan un papel central en la obtención de una alta tasa de eliminación de NO_x . A continuación, esto se explicará con referencia a la figura 6A y la figura 6B. Obsérvese que la figura 6A y la figura 6B muestran esquemáticamente partes superficiales del soporte 50 de catalizador del catalizador 13 de purificación de gases de escape. La figura 6A y la figura 6B muestran la reacción que se supone que se produce cuando se hace vibrar la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape dentro de un intervalo predeterminado de amplitud y dentro de un intervalo predeterminado de periodo.

La figura 6A muestra cuando la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape es baja, mientras que la figura 6B muestra cuando se alimentan los hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos y la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape pasa a ser más alta.

Ahora, tal como se entenderá a partir de la figura 4, la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape se mantiene pobre excepto por un instante, de modo que los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape habitualmente pasan a tener un exceso de oxígeno. En este momento, parte del NO que está contenido en los gases de escape se adhiere sobre el catalizador 13 de purificación de gases de escape, parte del NO que está contenido en los gases de escape, tal como se muestra en la figura 6A, se oxida sobre los catalizadores 51 de metales preciosos de platino y pasan a ser NO_2 , entonces este NO_2 se oxida adicionalmente y pasa a ser NO_3 . Adicionalmente, parte del NO_2 pasa a ser NO_2^- . Por tanto, se producen NO_2^- y NO_3 sobre los catalizadores 51 de metales preciosos de platino. El NO que está depositado sobre el catalizador 13 de purificación de gases de escape y el NO_2^- y NO_3 que se producen sobre el platino Pt 51 presentan una fuerte actividad. Por tanto, a continuación, estos NO, NO_2^- , y NO_3 se denominarán " NO_x activo".

Por otro lado, si se alimentan hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, los hidrocarburos se adsorben a lo largo de todo el catalizador 13 de purificación de gases de escape. La mayoría de los hidrocarburos adsorbidos reaccionan con éxito con el oxígeno y se queman. Parte de los hidrocarburos adsorbidos se reforman con éxito dentro del catalizador 13 de purificación de gases de escape y pasan a ser radicales tal como se muestra

en la figura 3. Por tanto, tal como se muestra en la figura 6B, la concentración de hidrocarburos alrededor del NO_x activo pasa a ser más alta. A este respecto, después de que se produzca el NO_x activo, si el estado de una alta concentración de oxígeno alrededor del NO_x activo continúa por un determinado periodo de tiempo o más, el NO_x activo se oxidará y se absorberá en forma de iones de ácido nítrico NO_3^- dentro de la capa 53 básica. Sin embargo, si la concentración de hidrocarburos alrededor del NO_x activo pasa a ser más alta antes de que transcurra este determinado periodo de tiempo, tal como se muestra en la figura 6B, el NO_x activo reaccionará con los hidrocarburos HC en estado radical sobre los catalizadores 51 de metales preciosos de platino mediante lo cual se producirán los productos intermedios reductores. Estos productos intermedios reductores se retienen o adsorben sobre la superficie de la capa 53 básica.

Obsérvese que el producto intermedio reductor que se produce en primer lugar en este momento se cree que es el nitrocompuesto R-NO_2 . Este nitrocompuesto R-NO_2 pasa a ser el compuesto de nitrilo R-CN cuando se produce, pero este compuesto de nitrilo R-CN solo puede sobrevivir en ese estado por un instante, así que inmediatamente pasa a ser el compuesto de isocianato R-NCO . Este compuesto de isocianato R-NCO pasa a ser el compuesto de amina R-NH_2 si se hidroliza. Sin embargo, en este caso, lo que se hidroliza se cree que es parte del compuesto de isocianato R-NCO . Por tanto, tal como se muestra en la figura 6B, la mayoría de los productos intermedios reductores que se retienen o adsorben sobre la superficie de la capa 53 básica se cree que son el compuesto de isocianato R-NCO y el compuesto de amina R-NH_2 .

Por otro lado, cuando, tal como se muestra en la figura 6B, se adsorben hidrocarburos HC alrededor de los productos intermedios reductores producidos, los productos intermedios reductores se bloquean por los hidrocarburos HC y no reaccionarán adicionalmente. En este caso, la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape disminuye, entonces los hidrocarburos que se adsorben alrededor de los productos intermedios reductores se oxidan y consumen. Debido a esto, si asciende la concentración de oxígeno alrededor de los productos intermedios reductores, tal como se muestra en la figura 6A, los productos intermedios reductores reaccionarán con el NO_x activo, reaccionan con el oxígeno circundante, o se descomponen por sí mismos. Debido a esto, los productos intermedios reductores R-NCO y R-NH_2 se convertirán en N_2 , CO_2 , y H_2O y por tanto se eliminará el NO_x .

De esta manera, en el catalizador 13 de purificación de gases de escape, la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape se eleva para producir productos intermedios reductores y se hace disminuir la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape, entonces, cuando la concentración de oxígeno pasa a ser alta, los productos intermedios reductores se hacen reaccionar con el NO_x activo u oxígeno o se descomponen por sí mismos mediante lo cual se elimina el NO_x . Es decir, para usar el catalizador 13 de purificación de gases de escape para eliminar el NO_x , es necesario cambiar periódicamente la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

Evidentemente, en este caso, es necesario elevar la concentración de hidrocarburos hasta una concentración suficientemente alta para producir los productos intermedios reductores. Es necesario disminuir la concentración de hidrocarburos hasta una concentración suficientemente baja para que los productos intermedios reductores producidos reaccionen con el NO_x activo u oxígeno o se descompongan por sí mismos. Es decir, es necesario hacer vibrar la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape dentro de un intervalo predeterminado de amplitud. Obsérvese que, en este caso, es necesario retener los productos intermedios reductores producidos R-NCO y R-NH_2 sobre la capa 53 básica, es decir, sobre las partes 54 de superficie de flujo de gases de escape básicas, hasta que los productos intermedios reductores reaccionen con el NO_x activo u oxígeno o hasta que se descompongan por sí mismos. Las partes 54 de superficie de flujo de gases de escape básicas están previstas para este fin.

Por otro lado, si se alarga el intervalo de alimentación de hidrocarburos, el periodo de tiempo, durante el cual la concentración de oxígeno pasa a ser más alta en el intervalo después de alimentarse los hidrocarburos hasta que se alimentan de nuevo los hidrocarburos, pasa a ser más largo y por tanto el NO_x activo se absorbe dentro de la capa 53 básica en forma de nitratos sin producir productos intermedios reductores. Para evitar esto, es necesario hacer vibrar la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape dentro de un intervalo predeterminado de periodo.

Por tanto, en una realización de la presente invención, para hacer que el NO_x que está contenido en los gases de escape y los hidrocarburos reformados reaccionen para producir productos intermedios reductores R-NCO y R-NH_2 que contienen nitrógeno e hidrocarburos, la superficie de flujo de gases de escape del catalizador 13 de purificación de gases de escape porta los catalizadores 51 y 52 de metales preciosos. Para retener los productos intermedios reductores producidos R-NCO y R-NH_2 en el catalizador 13 de purificación de gases de escape, se forman las partes 54 de superficie de flujo de gases de escape básicas alrededor de los catalizadores 51, 52 de metales preciosos. Los productos intermedios reductores R-NCO y R-NH_2 que están retenidos sobre la parte 54 superficial de flujo de gases de escape básica se convierten en N_2 , CO_2 , y H_2O . El periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos se hace el periodo de vibración que es necesario para la producción continua de los productos intermedios reductores R-NCO y R-NH_2 . A este respecto, en el ejemplo que se muestra en la figura 4, se hace que el

intervalo de alimentación sea de 3 segundos.

Si el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos, es decir, el intervalo de alimentación de hidrocarburos HC, pasa a ser más largo que el anterior intervalo predeterminado de periodo, los productos intermedios reductores R-NCO y R-NH₂ desaparecerán de la superficie de la capa 53 básica. En este momento, el NO_x activo que se forma sobre los catalizadores 51 de metales preciosos de platino Pt en este momento, tal como se muestra en la figura 7A, se dispersa en forma de iones de ácido nítrico NO₃⁻ dentro de la capa 53 básica y pasan a ser nitratos. Es decir, en este momento, el NO_x en los gases de escape se absorbe dentro de la capa 53 básica en forma de nitratos.

Por otro lado, la figura 7B muestra el caso en el que cuando, de esta manera, el NO_x se absorbe en la capa 53 básica en forma de nitratos, la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape se hace la relación aire-combustible estequiométrica o rica. En este caso, la concentración de oxígeno en los gases de escape disminuye, de modo que la reacción avanza en el sentido opuesto (NO₃⁻→NO₂) y por tanto los nitratos que se absorben dentro de la capa 53 básica pasan a ser sucesivamente iones de ácido nítrico NO₃⁻ y, tal como se muestra en la figura 7B, se liberan en forma de NO₂ de la capa 53 básica. A continuación, el NO₂ liberado se reduce mediante los hidrocarburos HC y CO que están contenidos en los gases de escape.

La figura 8 muestra el caso de hacer temporalmente rica la relación aire-combustible (A/F)in de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape ligeramente antes de que la capacidad de absorción de NO_x de la capa 53 básica pase a estar saturada. Obsérvese que, en el ejemplo que se muestra en la figura 8, el intervalo de tiempo de este control de riqueza es de 1 minuto o más. En este caso, el NO_x que se absorbió dentro de la capa 53 básica cuando la relación aire-combustible (A/F)in de los gases de escape era pobre se libera todo de una vez de la capa 53 básica y se reduce cuando la relación aire-combustible (A/F)in de los gases de escape se hace temporalmente rica. Por tanto, en este caso, la capa 53 básica desempeña el papel de un absorbedor para absorber temporalmente el NO_x.

Obsérvese que, en este momento, en ocasiones la capa 53 básica adsorbe temporalmente el NO_x. Por tanto, si se usa el término "almacenamiento" como un término que incluye tanto absorción como adsorción, en este momento la capa 53 básica desempeña el papel de un agente de almacenamiento de NO_x para almacenar temporalmente el NO_x. Es decir, en este caso, si se hace referencia a la relación del aire y el combustible (hidrocarburos) que se alimentan al interior del conducto de admisión del motor, las cámaras 2 de combustión, y el conducto de escape aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape, como la "relación aire-combustible de los gases de escape", el catalizador 13 de purificación de gases de escape funciona como un catalizador de almacenamiento de NO_x que almacena el NO_x cuando la relación aire-combustible de los gases de escape es pobre y libera el NO_x almacenado cuando la concentración de oxígeno en los gases de escape disminuye.

La figura 9 muestra la tasa de eliminación de NO_x cuando se hace funcionar el catalizador 13 de purificación de gases de escape como un catalizador de almacenamiento de NO_x de esta manera. Obsérvese que el eje de abscisas de la figura 9 indica la temperatura de catalizador TC del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Cuando se hace funcionar el catalizador 13 de purificación de gases de escape como catalizador de almacenamiento de NO_x, tal como se muestra en la figura 9, cuando la temperatura de catalizador TC es de 300°C a 400°C, se obtiene una tasa de eliminación de NO_x extremadamente alta, pero si la temperatura de catalizador TC pasa a estar a 400°C o una temperatura más alta, la tasa de eliminación de NO_x disminuye.

De esta manera, la tasa de eliminación de NO_x disminuye si la temperatura de catalizador TC pasa a ser de 400°C o más porque si la temperatura de catalizador TC pasa a ser de 400°C o más, los nitratos se descomponen por el calor y se liberan en forma de NO₂ del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Es decir, siempre que se almacene el NO_x en forma de nitratos, cuando la temperatura de catalizador TC es alta, es difícil obtener una alta tasa de eliminación de NO_x. Sin embargo, en el nuevo método de eliminación de NO_x que se muestra a partir de la figura 4 a la figura 6A y la figura 6B, tal como se entenderá a partir de la figura 6A y la figura 6B, no se producen nitratos o, incluso si se producen, su cantidad es extremadamente pequeña. Por tanto, tal como se muestra en la figura 5, incluso cuando la temperatura de catalizador TC es alta, se obtiene una alta tasa de eliminación de NO_x.

Por tanto, en la presente invención, una válvula 15 de alimentación de hidrocarburos para alimentar hidrocarburos está dispuesta dentro del canal de escape del motor, un catalizador 13 de purificación de gases de escape, para hacer que el NO_x que está contenido en los gases de escape e hidrocarburos reformados reaccionen, está dispuesto aguas abajo de la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos en el canal de escape del motor, la superficie de flujo de gases de escape del catalizador 13 de purificación de gases de escape porta los catalizadores 51, 52 de metales preciosos, y las partes 54 de superficie de flujo de gases de escape básicas están formadas alrededor de los catalizadores 51, 52 de metales preciosos. El catalizador 13 de purificación de gases de escape tiene la propiedad de reducir el NO_x que está contenido en los gases de escape si se hace vibrar la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape dentro de un intervalo predeterminado de amplitud y dentro de un intervalo predeterminado de periodo y tiene la propiedad de aumentar la cantidad de

almacenamiento de NO_x que está contenido en los gases de escape si el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos se hace más largo que este intervalo predeterminado. En el momento de funcionamiento del motor, la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape se hace vibrar dentro de un intervalo predeterminado de amplitud y dentro de un intervalo predeterminado de periodo para reducir así el NO_x que está contenido en los gases de escape en el catalizador 13 de purificación de gases de escape.

El método de eliminación de NO_x que se muestra a partir de la figura 4 a la figura 6A y la figura 6B puede decirse que es un nuevo método de eliminación de NO_x diseñado para eliminar el NO_x sin formar casi ningún nitrato cuando se usa un catalizador de purificación de gases de escape que porta unos catalizadores de metales preciosos y forma una capa básica que puede absorber el NO_x . En realidad, cuando se usa este nuevo método de eliminación de NO_x , la cantidad de nitratos que se detectan de la capa 53 básica pasa a ser extremadamente pequeña en comparación con cuando se hace funcionar el catalizador 13 de purificación de gases de escape como catalizador de almacenamiento de NO_x . Obsérvese que este nuevo método de eliminación de NO_x se denominará a continuación el "primer método de eliminación de NO_x ".

A continuación, mientras se hace referencia a de la figura 10 a la figura 15, se explicará un poco más en detalle este primer método de eliminación de NO_x .

La figura 10 muestra el cambio en la relación aire-combustible (A/F)_{in} que se muestra en la figura 4 ampliada. Obsérvese que, tal como se explicó anteriormente, el cambio en la relación aire-combustible (A/F)_{in} de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape muestra simultáneamente el cambio en la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Obsérvese que, en la figura 10, ΔH muestra la amplitud del cambio en concentración de los hidrocarburos HC que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape, mientras que ΔT muestra el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

Además, en la figura 10, (A/F)_b expresa la relación aire-combustible base que muestra la relación aire-combustible de los gases de combustión para generar la salida del motor. En otras palabras, esta relación aire-combustible base (A/F)_b expresa la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape cuando se detiene la alimentación de hidrocarburos. Por otro lado, en la figura 10, X muestra el límite superior de la relación aire-combustible (A/F)_{in} que se usa para la producción de productos intermedios reductores sin que el NO_x activo producido se almacene en la capa 53 básica en forma de nitratos. Para hacer que el NO_x activo y los hidrocarburos reformados reaccionen y produzcan productos intermedios reductores, es necesario hacer que la relación aire-combustible (A/F)_{in} sea inferior al límite superior X de la relación aire-combustible.

En otras palabras, X de la figura 10 expresa el límite inferior de la concentración de hidrocarburos que es necesaria para hacer reaccionar el NO_x activo con los hidrocarburos reformados y producir los productos intermedios reductores. Para provocar la producción de productos intermedios reductores, es necesario elevar asimismo la concentración de hidrocarburos hasta por encima de este límite inferior X. En este caso, se determina si se producen los productos intermedios reductores por la relación entre la concentración de oxígeno y la concentración de hidrocarburos alrededor del NO_x activo, es decir, la relación aire-combustible (A/F)_{in}. El límite superior mencionado anteriormente X de la relación aire-combustible que es necesaria para provocar la producción de productos intermedios reductores se denominará a continuación "relación aire-combustible mínima demandada".

En el ejemplo que se muestra en la figura 10, la relación aire-combustible mínima demandada X pasa a ser rica. Por tanto, en este caso, para provocar la producción de productos intermedios reductores, la relación aire-combustible (A/F)_{in} se hace instantáneamente la relación aire-combustible mínima demandada X o menor, es decir, rica. En contraposición a esto, en el ejemplo que se muestra en la figura 11, la relación aire-combustible mínima demandada X es pobre. En este caso, la relación aire-combustible (A/F)_{in} se mantiene pobre mientras se hace disminuir periódicamente la relación aire-combustible (A/F)_{in} para producir los productos intermedios reductores.

En este caso, si la relación aire-combustible mínima demandada X pasa a ser rica o pobre depende de la fuerza de oxidación del catalizador 13 de purificación de gases de escape. En este caso, el catalizador 13 de purificación de gases de escape, por ejemplo, pasa a ser más fuerte en fuerza de oxidación si se aumenta la cantidad de metal 51 precioso portado y pasa a ser más fuerte en fuerza de oxidación se refuerza la acidez. Por tanto, la fuerza de oxidación del catalizador 13 de purificación de gases de escape cambia dependiendo de la cantidad del metal 51 precioso portado o la fuerza de la acidez.

Ahora, cuando se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una gran fuerza de oxidación, tal como se muestra en la figura 11, si se mantiene la relación aire-combustible (A/F)_{in} pobre mientras se hace disminuir periódicamente la relación aire-combustible (A/F)_{in}, cuando se hace disminuir la relación aire-combustible (A/F)_{in}, los hidrocarburos acaban oxidándose por completo y, como resultado, los productos intermedios reductores

ya no pueden producirse. En contraposición a esto, cuando se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una gran fuerza de oxidación, tal como se muestra en la figura 10, si se hace periódicamente rica la relación aire-combustible (A/F)_{in}, parte de los hidrocarburos se oxidan parcialmente sin oxidarse por completo cuando se hace rica la relación aire-combustible (A/F)_{in}, es decir, los hidrocarburos se reforman, y por tanto se producen los productos intermedios reductores. Por tanto, cuando se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una gran fuerza de oxidación, la relación aire-combustible mínima demandada X tiene que hacerse rica.

Por otro lado, cuando se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una fuerza de oxidación débil, tal como se muestra en la figura 11, si se mantiene la relación aire-combustible (A/F)_{in} pobre mientras se hace disminuir periódicamente la relación aire-combustible (A/F)_{in}, parte de los hidrocarburos se oxidan parcialmente sin oxidarse por completo, es decir, los hidrocarburos se reforman, y por tanto se producen los productos intermedios reductores. En contraposición a esto, si se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una fuerza de oxidación débil, tal como se muestra en la figura 10, si se hace periódicamente rica la relación aire-combustible (A/F)_{in}, se expulsa sencillamente una gran cantidad de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape sin oxidarse y por tanto la cantidad de hidrocarburos que se desperdicia aumenta. Por tanto, cuando se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una fuerza de oxidación débil, la relación aire-combustible mínima demandada X debe hacerse pobre.

Es decir, se aprende que la relación aire-combustible mínima demandada X, tal como se muestra en la figura 12, tiene que disminuirse cuanto mayor es la fuerza de oxidación del catalizador 13 de purificación de gases de escape. De esta manera, la relación aire-combustible mínima demandada X se hace pobre o rica por la fuerza de oxidación del catalizador 13 de purificación de gases de escape, pero a continuación se usará el caso en el que la relación aire-combustible mínima demandada X es rica como ejemplo para explicar la amplitud del cambio en la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape o el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

Ahora bien, si la relación aire-combustible base (A/F)_b pasa a ser mayor, es decir, si la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de que se alimenten los hidrocarburos pasa a ser más alta, aumenta la cantidad de alimentación de hidrocarburos requerida para hacer la relación aire-combustible (A/F)_{in} la relación aire-combustible mínima demandada X o menor. Junto con esto, se aumenta el exceso de cantidad de hidrocarburos que no contribuyen a la generación de productos intermedios reductores. En este caso, para eliminar bien el NO_x, tal como se explicó anteriormente, es necesario provocar que el exceso de hidrocarburos se oxide. Por tanto, para eliminar bien el NO_x, cuanto mayor es la cantidad de exceso de hidrocarburos, mayor es la cantidad de oxígeno que se requiere.

En este caso, si se eleva la concentración de oxígeno en los gases de escape, es posible aumentar la cantidad de oxígeno. Por tanto, para eliminar bien el NO_x, cuando la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de que se alimenten los hidrocarburos es alta, es necesario elevar la concentración de oxígeno en los gases de escape después de la alimentación de hidrocarburos. Es decir, cuanto más alta es la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de que se alimenten los hidrocarburos, mayor ha de hacerse la amplitud de la concentración de hidrocarburos.

La figura 13 muestra la relación entre la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de que se alimenten los hidrocarburos y la amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos cuando se obtiene la misma tasa de eliminación de NO_x. A partir de la figura 13, se aprende que, para obtener la misma tasa de eliminación de NO_x, cuanto más alta es la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de que se alimenten los hidrocarburos, más ha de aumentarse la amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos. Es decir, para obtener la misma tasa de eliminación de NO_x, cuanto más alta es la relación aire-combustible base (A/F)_b, más ha de aumentarse la amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos. En otras palabras, para eliminar bien el NO_x, es posible reducir la amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos cuanto menor pasa a ser la relación aire-combustible base (A/F)_b.

A este respecto, la relación aire-combustible base (A/F)_b pasa a ser la más baja en el momento de la operación de aceleración. En este momento, si la amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos es de 200 ppm o similar, el NO_x puede eliminarse bien. La relación aire-combustible base (A/F)_b habitualmente pasa a ser mayor que el tiempo de la operación de aceleración. Por tanto, tal como se muestra en la figura 14, puede obtenerse una buena tasa de eliminación de NO_x si la amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos es de 200 ppm o más.

Por otro lado, se aprende que cuando la relación aire-combustible base (A/F)_b es la más alta, si se hace la amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos 10000 ppm o similar, puede obtenerse una buena tasa de eliminación de NO_x. Por tanto, en la presente invención, el intervalo predeterminado de amplitud de la concentración de hidrocarburos se hace de 200 ppm a 10000 ppm.

Adicionalmente, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos pasa a ser más largo, el intervalo en el que la concentración de oxígeno alrededor del NO_x activo pasa a ser alta, después de alimentarse los hidrocarburos hasta que se alimentan de nuevo los hidrocarburos, pasa a ser más largo. En este caso, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos pasa a ser más largo de 5 segundos o similar, el NO_x activo comienza a absorberse dentro de la capa 53 básica en forma de nitratos. Por tanto, tal como se muestra en la figura 15, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos pasa a ser más largo de 5 segundos o similar, la tasa de eliminación de NO_x disminuye. Por tanto, el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos ha de hacerse de 5 segundos o menos.

Por otro lado, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos pasa a ser aproximadamente 0,3 segundos o menos, los hidrocarburos alimentados comienzan a acumularse sobre la superficie de flujo de gases de escape del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, tal como se muestra en la figura 15, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos pasa a ser aproximadamente 0,3 segundos o menos, la tasa de eliminación de NO_x disminuye. Por tanto, en la presente invención, el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos se hace un intervalo de desde 0,3 segundos hasta 5 segundos.

Ahora, en una realización de la presente invención, se realiza un control para cambiar la cantidad de alimentación e intervalo de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos de modo que la amplitud ΔH y el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos pasan a ser los valores óptimos correspondientes al estado de funcionamiento del motor. En este caso, en una realización de la presente invención, la cantidad de alimentación W_T de hidrocarburos que puede proporcionar la amplitud óptima ΔH de la concentración de hidrocarburos se almacena por adelantado dentro de la ROM 32 en función de la cantidad de inyección Q desde los inyectores 3 de combustible y la velocidad de motor N en forma de un mapa tal como se muestra en la figura 16A. Adicionalmente, la amplitud de vibración óptima ΔT de la concentración de hidrocarburos, es decir, el intervalo de inyección ΔT de hidrocarburos, se almacena de manera similar en función de la cantidad de inyección Q desde los inyectores 3 de combustible y la velocidad de motor N en forma de un mapa tal como se muestra en la figura 16B en la ROM 32.

A continuación, haciendo referencia a de la figura 17 a la figura 20, se explicará en detalle el método de eliminación de NO_x cuando se hace funcionar el catalizador 13 de purificación de gases de escape como catalizador de almacenamiento de NO_x . De esta manera, el método de eliminación de NO_x cuando se hace funcionar el catalizador 13 de purificación de gases de escape como catalizador de almacenamiento de NO_x se denominará a continuación el "segundo método de eliminación de NO_x ".

En este segundo método de eliminación de NO_x , tal como se muestra en la figura 17, cuando la cantidad de NO_x almacenado ΣNO_x que está almacenado en la capa 53 básica supera una cantidad permisible predeterminada MAX , la relación aire-combustible $(A/F)_{in}$ de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape se hace temporalmente rica. Si la relación aire-combustible $(A/F)_{in}$ de los gases de escape se hace rica, el NO_x que se almacenó en la capa 53 básica cuando la relación aire-combustible $(A/F)_{in}$ de los gases de escape era pobre se libera todo de una vez de la capa 53 básica y se reduce. Debido a esto, se elimina el NO_x .

La cantidad de NO_x almacenado ΣNO_x se calcula, por ejemplo, a partir de la cantidad de NO_x que se expulsa del motor. En una realización según la presente invención, la cantidad de NO_x expulsado NO_X que se expulsa del motor por unidad de tiempo se almacena en función de la cantidad de inyección Q desde los inyectores 3 de combustible y la velocidad de motor N en forma del mapa tal como se muestra en la figura 18 por adelantado en la ROM 32. La cantidad de NO_x almacenado ΣNO_x se calcula a partir de esta cantidad de NO_x expulsado NO_X . En este caso, tal como se explicó anteriormente, el periodo durante el cual la relación aire-combustible $(A/F)_{in}$ de los gases de escape se hace rica es habitualmente de 1 minuto o más.

En este segundo método de eliminación de NO_x , tal como se muestra en la figura 19, inyectando combustible adicional como inyección auxiliar en una cantidad de inyección WR además de la cantidad de inyección Q de la inyección principal de combustible para uso de combustión en el interior de las cámaras 2 de combustión desde los inyectores 3 de combustible, la relación aire-combustible $(A/F)_{in}$ de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape se hace rica. Obsérvese que, en la figura 19, el eje de abscisas muestra el ángulo del cigüeñal. Este combustible adicional WR se inyecta en un momento en el que se quema, pero no pasa a ser salida de motor, es decir, ligeramente antes de $\text{ATDC}90^\circ$ después del punto muerto superior de compresión. Esta cantidad de inyección WR de la inyección auxiliar se almacena en función de la cantidad de inyección Q desde los inyectores 3 de combustible y la velocidad de motor N en forma del mapa tal como se muestra en la figura 20 por adelantado en la ROM 32. Evidentemente, en este caso, es posible aumentar la cantidad de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos para hacer rica la relación aire-combustible $(A/F)_{in}$ de los gases de escape.

La figura 21 muestra una gráfica que explica los métodos de eliminación de NO_x del sistema de purificación de gases de escape de la presente realización. El eje de abscisas indica la velocidad de motor N , mientras que el eje de

ordenadas indica la carga L que corresponde a la cantidad de inyección Q desde los inyectores 3 de combustible. La figura 21 es una vista que explica los métodos de eliminación de NO_x básicos de un sistema de purificación de gases de escape en la presente realización.

5 En el sistema de purificación de gases de escape de la presente realización, la velocidad de motor y la carga se usan para establecer una región para realizar el primer método de eliminación de NO_x y una región para realizar el segundo método de eliminación de NO_x. Para eliminar el NO_x con una alta tasa de eliminación en el primer método de eliminación de NO_x, preferiblemente se activa el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Es decir, para
10 provocar suficientemente la generación de NO_x activo que fluye al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape, la oxidación parcial de hidrocarburos, la generación de productos intermedios reductores, etc., es preferible la activación del catalizador de purificación de gases de escape. En la región de una baja temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape, puede usarse el almacenamiento de NO_x para eliminar el NO_x de los gases de escape. En términos de la tasa de eliminación de NO_x en la región en la que el catalizador 13 de purificación de gases de escape está a una baja temperatura, el segundo método de eliminación de NO_x pasa a ser
15 más alto que el primer método de eliminación de NO_x.

En el sistema de purificación de gases de escape de la presente realización, en una región en la que la carga es pequeña y, adicionalmente la velocidad de motor es pequeña, se emplea el segundo método de eliminación de NO_x, mientras que en otras regiones, se emplea el primer método de eliminación de NO_x. De esta manera, el método de
20 eliminación de NO_x en el que la tasa de eliminación de NO_x pasa a ser más alta de entre el primer método de eliminación de NO_x y el segundo método de eliminación de NO_x puede seleccionarse según el estado de funcionamiento del motor de combustión interna.

A este respecto, tal como se explicó anteriormente, cuando se usa el primer método de eliminación de NO_x para
25 eliminar el NO_x, si hidrocarburos se alimentan desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, los hidrocarburos se adsorberán en el catalizador de purificación de gases de escape. La "adsorción de hidrocarburos" incluye en este caso tanto adsorción física, en la que los hidrocarburos se adhieren sobre el sustrato, soporte de catalizador, etc. del catalizador 13 de purificación de gases de escape como adsorción química, en la que los hidrocarburos se retienen en los puntos ácidos del metal catalizador del catalizador 13 de purificación de gases de escape etc. Los hidrocarburos que se adsorben en el catalizador 13 de purificación de gases de escape, tal como se
30 explicó anteriormente, reaccionan con el NO_x activo, mediante lo cual se generan productos intermedios reductores. Si la concentración de oxígeno alrededor de los productos intermedios reductores pasa a ser más alta, los productos intermedios reductores reaccionan con el NO_x activo u oxígeno o se descomponen por sí mismos, mediante lo cual se elimina el NO_x.

35 Para usar el primer método de eliminación de NO_x para eliminar bien el NO_x, es preferible producir tantos productos intermedios reductores como sea posible. Los productos intermedios reductores se producen a partir de hidrocarburos en estado radical, mientras que los hidrocarburos en estado radical se producen a partir de los hidrocarburos que se adsorbieron en el catalizador de purificación de gases de escape. Por este motivo, para hacer
40 que la cantidad de producción de productos intermedios reductores aumente, es preferible hacer que se adsorban más hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape.

La figura 22 es una gráfica que explica la relación entre la cantidad de adsorción de hidrocarburos en el catalizador de purificación de gases de escape y la tasa de eliminación de NO_x cuando se usa el primer método de eliminación
45 de NO_x para eliminar el NO_x. Se aprende que cuanto mayor es la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape, más alta pasa a ser la tasa de eliminación de NO_x. Sin embargo, el catalizador 13 de purificación de gases de escape tiene una cantidad de adsorción saturada para cuando adsorbe hidrocarburos. Cuando la cantidad de adsorción de hidrocarburos alcanza la cantidad de adsorción saturada, los hidrocarburos no se adsorben y fluyen hacia fuera del catalizador de purificación de gases de escape.

50 Alternativamente, cuanto mayor es la cantidad de adsorción de hidrocarburos, menor es la velocidad de adsorción de hidrocarburos y mayor es la cantidad de flujo de salida de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape. Por ejemplo, si en el estado en el que el catalizador 13 de purificación de gases de escape tiene adsorbida en el mismo una gran cantidad de hidrocarburos, la concentración de oxígeno que fluye al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape asciende o la temperatura del catalizador 13 de purificación de
55 gases de escape asciende, en ocasiones los hidrocarburos adsorbidos se someten a desorción y los hidrocarburos fluyen hacia fuera del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

Haciendo referencia a la figura 1, en el motor de combustión interna de la presente realización, los hidrocarburos
60 que fluyen hacia fuera desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape fluyen al interior del filtro 14 de partículas. Si los hidrocarburos fluyen hacia fuera del catalizador 13 de purificación de gases de escape, los hidrocarburos se oxidan en el filtro 14 de partículas y en ocasiones la temperatura del filtro 14 de partículas pasa a ser más alta que la temperatura permisible o los hidrocarburos se deslizan a través del filtro 14 de partículas y se forma humo blanco.

65 En el sistema de purificación de gases de escape de la presente realización, se estima la cantidad de adsorción de

hidrocarburos que se adsorben en el catalizador de purificación de gases de escape y la cantidad de adsorción de hidrocarburos se usa como base para un control del cambio de la tasa de eliminación de NO_x . Es decir, se realiza un control para cambiar la cantidad de alimentación de hidrocarburos y el intervalo de alimentación de hidrocarburos que se alimentan al catalizador de purificación de gases de escape.

La figura 23 muestra un diagrama de tiempo del primer control operativo del sistema de purificación de gases de escape en la presente realización. En el primer control operativo, se estima la cantidad de adsorción de hidrocarburos que se adsorben en el catalizador de purificación de gases de escape y la cantidad de adsorción de hidrocarburos se usa como base para el control del cambio de al menos uno del intervalo de alimentación de hidrocarburos y la cantidad de alimentación de hidrocarburos dentro de intervalos que posibilitan que se consiga el primer método de eliminación de NO_x . Es decir, se cambia el patrón de alimentación de hidrocarburos.

Hasta el momento t_2 , el primer método de eliminación de NO_x se usa para eliminar el NO_x . Hasta el momento t_1 , la primera cantidad de alimentación y el primer intervalo de alimentación se usan para alimentar hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos. Las cantidades individuales de alimentación de hidrocarburos hasta el momento t_1 pueden establecerse mediante el mapa que se muestra en la figura 16A mencionada anteriormente. Adicionalmente, el intervalo de alimentación de hidrocarburos puede establecerse mediante el mapa que se muestra en la figura 16B.

En el funcionamiento del sistema de purificación de gases de escape, dependiendo de la velocidad de motor o carga u otros aspectos del estado de funcionamiento del motor de combustión interna, la temperatura ambiente de los alrededores, las propiedades del combustible, etc., si se continúa el primer método de eliminación de NO_x , en ocasiones la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape aumentará. En el ejemplo de funcionamiento que se muestra en la figura 23, la cantidad de alimentación de hidrocarburos es mayor que la cantidad de consumo de hidrocarburos en el catalizador de purificación de gases de escape, de modo que la cantidad de adsorción de hidrocarburos en el catalizador de purificación de gases de escape aumenta con el tiempo.

En el motor de combustión interna de la presente realización, se establece por adelantado un valor de determinación de cambio de patrón de alimentación para cambiar al menos uno del intervalo de alimentación de hidrocarburos y la cantidad de alimentación de hidrocarburos en un intervalo que posibilita que se consiga el primer método de eliminación de NO_x . Además, se establece por adelantado un valor de determinación de detención para detener la alimentación de hidrocarburos. El valor de determinación de detención en la presente realización se establece para que pase a ser mayor que el valor de determinación de cambio de patrón de alimentación. El valor de determinación de detención en la presente realización se establece para que sea más pequeño que el límite superior en el cual el catalizador de purificación de gases de escape puede adsorber hidrocarburos, es decir, la cantidad de adsorción saturada.

En el momento t_1 , la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape alcanza el valor de determinación de cambio de patrón de alimentación. En la presente realización, para suprimir el flujo de salida de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape, se realiza un control para hacer disminuir la cantidad de alimentación de hidrocarburos. En más detalle, se realiza un control para reducir la cantidad de alimentación de hidrocarburos promediada por unidad de tiempo. En el ejemplo de funcionamiento que se muestra en la figura 23, en el momento t_1 , no se cambian las cantidades individuales de alimentación de hidrocarburos, sino que se realiza un control para hacer más largo el intervalo de alimentación de hidrocarburos. Desde el momento t_1 en adelante, la segunda cantidad de alimentación y el segundo intervalo de alimentación se usan para alimentar hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos. En el ejemplo de funcionamiento que se muestra en la figura 23, la segunda cantidad de alimentación es la misma que la primera cantidad de alimentación, y el segundo intervalo de alimentación está establecido más largo que el primer intervalo de alimentación.

En el ejemplo de funcionamiento que se muestra en la figura 23, en el momento t_1 y en adelante, se realiza un control para hacer más largo el intervalo de alimentación de hidrocarburos, mediante lo cual disminuye la velocidad de ascenso de la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape. En este ejemplo de funcionamiento, en el momento t_1 , incluso si se hace más largo el intervalo de alimentación de hidrocarburos, mientras que la velocidad de ascenso pasa a ser más lenta, la cantidad de adsorción de hidrocarburos aumenta. Adicionalmente, mientras que la tasa de eliminación de NO_x en el catalizador 13 de purificación de gases de escape disminuye, se mantiene una tasa de eliminación alta.

En el momento t_2 , la cantidad de adsorción de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape alcanza el valor de determinación de detención. En este caso, es posible determinar que la cantidad de adsorción de hidrocarburos está aproximándose a la cantidad de adsorción saturada. Por este motivo, se realiza un control para detener la alimentación de hidrocarburos. Es decir, se realiza un control para aumentar el intervalo de alimentación de hidrocarburos a infinito. En la presente realización, en el momento t_2 , se realiza un control para detener la alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos.

Incluso si se detiene la alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, el catalizador 13 de purificación de gases de escape tiene una gran cantidad de hidrocarburos adsorbidos sobre el mismo, de modo que incluso en el momento t2 y en adelante, puede usarse el primer método de eliminación de NO_x para producir productos intermedios reductores para eliminar el NO_x. Alternativamente, el catalizador de purificación de gases de escape puede almacenar el NO_x para eliminar así el NO_x de los gases de escape. En el momento t2 y en adelante, la cantidad de adsorción de hidrocarburos disminuye. Junto con la disminución de la cantidad de adsorción de hidrocarburos, se disminuye la tasa de eliminación de NO_x, pero puede suprimirse el flujo de salida de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

De esta manera, en el primer control operativo de la presente realización, cambiando el método de eliminación de NO_x basándose en la cantidad de adsorción de hidrocarburos, es posible mantener la cantidad de adsorción de hidrocarburos para que no pase a ser excesiva. Por ejemplo, es posible mantener la cantidad de adsorción de hidrocarburos para que no ascienda hasta cerca de la cantidad de adsorción saturada. Como resultado, es posible suprimir el flujo de salida de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape.

En el momento t2 y en adelante, si la cantidad de adsorción de hidrocarburos disminuye hasta un valor de determinación de reanudación predeterminado, es posible reanudar la alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos. Por ejemplo, es posible establecer por adelantado un valor de determinación de reanudación que es más pequeño que el valor de determinación de cambio de patrón de alimentación. Si la cantidad de adsorción de hidrocarburos pasa a ser menos que el valor de determinación de reanudación, la primera cantidad de alimentación y el primer intervalo de alimentación pueden usarse para reanudar la alimentación de hidrocarburos. Alternativamente, cuando se emplea un valor de determinación de reanudación constituido por el valor de determinación de cambio de patrón de alimentación y la cantidad de alimentación de hidrocarburos pasa a ser menos que el valor de determinación de cambio de patrón de alimentación, la primera cantidad de alimentación y el primer intervalo de alimentación pueden usarse para reanudar la alimentación de hidrocarburos.

En el ejemplo de funcionamiento que se muestra en la figura 23, en el momento t1 en adelante, haciendo más largo el intervalo de alimentación de hidrocarburos, se disminuye la cantidad de alimentación de hidrocarburos promedio que se alimenta por unidad de tiempo al catalizador 13 de purificación de gases de escape, pero la invención no se limita a esto. También es posible disminuir las cantidades individuales de alimentación de hidrocarburos para hacer que disminuya la cantidad de alimentación de hidrocarburos promedio por unidad de tiempo. Alternativamente, también es posible cambiar tanto el intervalo de alimentación de hidrocarburos como las cantidades de alimentación de hidrocarburos individuales.

Adicionalmente, cambiando el patrón de alimentación de hidrocarburos en el momento t1, en ocasiones la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape disminuye. En este caso, cuando la cantidad de adsorción de hidrocarburos pasa a ser menos que el valor de determinación predeterminado, puede realizarse un control para aumentar la cantidad de alimentación de hidrocarburos. Por ejemplo, puede realizarse un control para retornar el patrón de alimentación de los hidrocarburos a la primera cantidad de alimentación y al primer intervalo de alimentación.

La figura 24 y la figura 25 muestran un diagrama de flujo del primer control operativo del sistema de purificación de gases de escape de la presente realización. El control operativo que se muestra en la figura 24 y la figura 25 puede realizarse de manera repetida a intervalos de tiempo predeterminados mediante, por ejemplo, un control de interrupción.

En la etapa 111, se estima la cantidad de adsorción de hidrocarburos ΣHC del catalizador de purificación de gases de escape. En la presente realización, la cantidad de adsorción de hidrocarburos se estima cada intervalo de tiempo predeterminado y la cantidad de adsorción estimada se almacena en la unidad 31 de control electrónico. En la etapa 111 de la presente realización, se realiza un control para leer la cantidad de adsorción de hidrocarburos almacenada, pero la invención no se limita a esto. En la etapa 111, también es posible calcular la cantidad de adsorción de hidrocarburos.

La figura 26 muestra un diagrama de flujo de control que estima la cantidad de adsorción de hidrocarburos. En la etapa 141, se estima la cantidad de alimentación de hidrocarburos HCFM en un periodo de tiempo predeterminado. La cantidad de alimentación de hidrocarburos en el periodo de tiempo predeterminado puede hallarse sumando la cantidad de hidrocarburos que fluyen hacia fuera de las cámaras 2 de combustión y la cantidad de hidrocarburos que se alimentan desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos. La cantidad de hidrocarburos que fluyen hacia fuera de las cámaras 2 de combustión puede estimarse, por ejemplo, mediante un mapa en función de la velocidad de motor N y la cantidad de inyección Q de combustible desde los inyectores 3 de combustible. Adicionalmente, puede calcularse la cantidad de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, por ejemplo, basándose en la cantidad de alimentación que se establece mediante el mapa tal como se muestra en la figura 16A.

En la etapa 142, se estima la cantidad de reacción de hidrocarburos HCRM en el catalizador 13 de purificación de

gases de escape en un periodo de tiempo predeterminado. La cantidad de reacción de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape puede estimarse basándose en la cantidad de NO_x que fluye al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape, la velocidad de flujo de los gases de escape entrantes, la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape, etc.

La figura 27 muestra una gráfica que muestra la relación entre la temperatura del catalizador de purificación de gases de escape y la velocidad de reacción de hidrocarburos (cantidad de reacción por unidad de tiempo). Se aprende que cuanto más alta es la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape, más asciende la velocidad de reacción de los hidrocarburos. La figura 28 muestra una gráfica que explica la relación entre la velocidad de flujo de los gases de escape en un catalizador de purificación de gases de escape y la velocidad de reacción de hidrocarburos. Se aprende que cuanto mayor es la velocidad de flujo de los gases de escape que fluyen a través del catalizador 13 de purificación de gases de escape, más asciende la velocidad de reacción de los hidrocarburos. La velocidad de flujo de los gases de escape que fluyen a través del catalizador 13 de purificación de gases de escape puede estimarse, por ejemplo, a partir de la salida del detector 8 de aire de admisión que está dispuesto en el conducto de admisión del motor. La temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape puede estimarse, por ejemplo, a partir de la salida del sensor 23 de temperatura. La cantidad de NO_x que fluye al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape puede estimarse, por ejemplo, tal como se muestra en la figura 18, mediante un mapa en función de la velocidad de motor N y la cantidad de inyección Q de combustible desde los inyectores 3 de combustible.

La velocidad de reacción de hidrocarburos anterior puede almacenarse por adelantado en la unidad 31 de control electrónico en función de la cantidad de NO_x que fluye al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape, la velocidad de flujo de los gases de escape, y la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

La figura 29 muestra una gráfica del coeficiente de corrección de la velocidad de reacción de hidrocarburos con respecto a la cantidad de adsorción de hidrocarburos. La cantidad de reacción de hidrocarburos, tal como se explicó anteriormente, depende de la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape. Por ejemplo, incluso si la temperatura del catalizador de purificación de gases de escape, la velocidad de flujo de los gases de escape, etc. son las mismas, cuanto mayor es la cantidad de adsorción de hidrocarburos, más asciende la velocidad de reacción. Cuando se establece un coeficiente de corrección para el cálculo de la velocidad de reacción de hidrocarburos, cuanto mayor es la cantidad de adsorción de hidrocarburos, mayor es el coeficiente de corrección de la velocidad de reacción de hidrocarburos que puede establecerse. Por ejemplo, es posible establecer por adelantado un coeficiente de corrección en función de la cantidad de adsorción de hidrocarburos y realizar una corrección multiplicando la velocidad de reacción de hidrocarburos calculada por el coeficiente de corrección.

Haciendo referencia a la figura 26, a continuación, en la etapa 143, se estima la cantidad de adsorción de hidrocarburos HCA en un periodo de tiempo predeterminado. La cantidad de adsorción de hidrocarburos HCA puede estimarse restando la cantidad de reacción de hidrocarburos HCRM de la cantidad de alimentación de hidrocarburos HCFM. Adicionalmente, en la etapa 143, es posible restar la cantidad de hidrocarburos desorbidos. Por ejemplo, si la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape pasa a ser una temperatura de desorción predeterminada o más, los hidrocarburos se someten a desorción. En la región de temperaturas de la temperatura de desorción o más, cuanto más alta es la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape, mayor es la cantidad de desorción. Por ejemplo, es posible usar la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape y la cantidad de adsorción de hidrocarburos como base para estimar la cantidad desorbida y restar la cantidad desorbida cuando se estima la cantidad de adsorción de hidrocarburos HCA.

A continuación en la etapa 144, se estima la cantidad de adsorción de hidrocarburos ΣHC actual. La cantidad de adsorción de hidrocarburos ΣHC actual puede estimarse sumando la cantidad de adsorción de hidrocarburos HCA actual que se calculó en la etapa 143 a la anterior cantidad de adsorción de hidrocarburos ΣHC . De esta manera, es posible estimar la cantidad de adsorción de hidrocarburos que se adsorben en el catalizador de purificación de gases de escape en cualquier momento. Obsérvese que la estimación de la cantidad de adsorción de hidrocarburos en la etapa 111 no se limita a esto. Puede realizarse mediante cualquier control.

Haciendo referencia a la figura 24, a continuación, en la etapa 112, se detecta el estado de funcionamiento del motor de combustión interna. En la presente realización, para seleccionar el método de eliminación de NO_x , se detectan la velocidad de motor y la carga del motor de combustión interna.

A continuación en la etapa 113, se determina si el estado de funcionamiento del motor de combustión interna está en la región del primer método de eliminación de NO_x o la región del segundo método de eliminación de NO_x . Haciendo referencia a la figura 21, la velocidad de motor y la carga pueden usarse como base para seleccionar el primer método de eliminación de NO_x o el segundo método de eliminación de NO_x . Cuando, en la etapa 113, el estado de funcionamiento del motor de combustión interna está en la región de funcionamiento para realizar el primer método de eliminación de NO_x , la rutina avanza a la etapa 114.

A este respecto, debido al primer control operativo anterior, en ocasiones el sistema de purificación de gases de escape está realizando el segundo método de eliminación de NO_x . En este caso, la capa 53 básica del catalizador de purificación de gases de escape almacena NO_x . En la presente realización, se realiza un control para liberar el NO_x que está almacenado en la capa 53 básica cuando se conmuta del segundo método de eliminación de NO_x al primer método de eliminación de NO_x . En la etapa 114, la etapa 115 y la etapa 116, se realiza un control para liberar el NO_x .

La figura 30 muestra un diagrama de tiempo de un ejemplo de funcionamiento cuando se conmuta del segundo método de eliminación de NO_x al primer método de eliminación de NO_x . En el momento t_3 , el método de eliminación de NO_x se cambia del segundo método de eliminación de NO_x al primer método de eliminación de NO_x . En este ejemplo de funcionamiento, el método se conmuta en el momento t_3 después del transcurso de un tiempo predeterminado desde cuando los gases de escape se hace ricos en cuanto a la relación aire-combustible y se libera el NO_x . Por este motivo, en el momento t_3 , el catalizador de purificación de gases de escape almacena una cantidad de NO_x predeterminada. En la presente realización, cuando se conmuta el método de eliminación de NO_x , se realiza un control para liberar el NO_x que está almacenado en el catalizador de purificación de gases de escape. Liberando el NO_x , la cantidad de NO_x que está almacenado en la capa básica pasa a ser cero.

Haciendo referencia a la figura 24, en la etapa 114, se determina si cantidad de almacenamiento de NO_x ΣNO_x es mayor que un valor de determinación de liberación predeterminado. El valor de determinación de liberación es, en este momento, la cantidad de almacenamiento de NO_x mínima cuando se libera el NO_x . Si, en la etapa 114, la cantidad de almacenamiento de NO_x ΣNO_x es el valor de determinación de liberación o menos, la rutina avanza a la etapa 117. Si la cantidad de almacenamiento de NO_x ΣNO_x es mayor que el valor de determinación de liberación, la rutina avanza a la etapa 115.

En la etapa 115, se realiza un control de riqueza de modo que los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape de NO_x pasan a ser ricos en cuanto a la relación aire-combustible. Realizando este control por riqueza, puede hacerse que el NO_x se libere del catalizador 13 de purificación de gases de escape. En la etapa 116, la cantidad de almacenamiento de NO_x ΣNO_x se hace cero.

De esta manera, en la presente realización, después de liberar el NO_x que está almacenado en el catalizador 13 de purificación de gases de escape, el primer método de eliminación de NO_x se usa para eliminar el NO_x , pero la invención no se limita a esto. No necesita realizarse de la etapa 114 a la etapa 116.

A continuación, en la etapa 117, se determina si la cantidad de adsorción de hidrocarburos ΣHC del catalizador 13 de purificación de gases de escape es mayor que el valor de determinación de cambio de patrón de alimentación. Si la cantidad de adsorción de hidrocarburos es el valor de determinación de cambio de patrón de alimentación o menos, la rutina avanza a la etapa 118. En este caso, haciendo referencia a la figura 23, es posible determinar que hay un margen extra en la cantidad de adsorción de hidrocarburos. En la etapa 118, la primera cantidad de alimentación y el primer intervalo de alimentación se establecen como el patrón de alimentación de hidrocarburos en el primer método de eliminación de NO_x . La primera cantidad de alimentación y el primer intervalo de alimentación pueden establecerse mediante los mapas tales como los mostrados en, por ejemplo, la figura 16A y la figura 16B.

A continuación, en la etapa 119, la primera cantidad de alimentación y el primer intervalo de alimentación establecidos se usan como base para realizar el primer método de eliminación de NO_x . Cuando ya se está realizando un primer método de eliminación de NO_x similar, se realiza un control para continuar este.

Cuando, en la etapa 117, la cantidad de adsorción de hidrocarburos es mayor que el valor de determinación de cambio de patrón de alimentación, la rutina avanza a la etapa 120. En la etapa 120, se determina si la cantidad de adsorción de hidrocarburos es mayor que un valor de determinación de detención. Si la cantidad de adsorción de hidrocarburos es el valor de determinación de detención o menos, la rutina avanza a la etapa 121. En este caso, la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape es mayor que el valor de determinación de cambio de patrón de alimentación y no más que el valor de determinación de detención. Haciendo referencia a la figura 23, en este caso, se realiza un control para reducir la cantidad de alimentación de hidrocarburos.

En la etapa 121, la segunda cantidad de alimentación y el segundo intervalo de alimentación se establecen para alimentar hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos. La segunda cantidad de alimentación y el segundo intervalo de alimentación se establecen de modo que la cantidad de alimentación de hidrocarburos promedio que se alimenta por unidad de tiempo pasa a ser más pequeña que con la primera cantidad de alimentación y el primer intervalo de alimentación. La segunda cantidad de alimentación y el segundo intervalo de alimentación pueden establecerse corregidos, por ejemplo, con respecto a los valores establecidos mediante los mapas tales como los mostrados en la figura 16A y la figura 16B.

A continuación en la etapa 122, la segunda cantidad de alimentación y el segundo intervalo de alimentación establecidos se usan como base para realizar el primer método de eliminación de NO_x .

5 Cuando, en la etapa 120, la cantidad de adsorción de hidrocarburos es mayor que el valor de determinación de detención, la rutina avanza a la etapa 123. En este caso, haciendo referencia a la figura 23, es posible determinar que el estado es uno en el que la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape está aproximándose a la cantidad de adsorción saturada.

10 Por este motivo, en la etapa 123, se realiza un control para detener la alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos. Deteniendo la alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, es posible evitar que la cantidad de adsorción de hidrocarburos en el catalizador de purificación de gases de escape supere la cantidad de adsorción saturada. De esta manera, en la región de funcionamiento del primer método de eliminación de NO_x , puede cambiarse el método de eliminación de NO_x .

15 Por otro lado, cuando, en la etapa 113, el estado de funcionamiento del motor de combustión interna no está en la región del primer método de eliminación de NO_x , la rutina avanza a la etapa 131 de la figura 25. En este caso, haciendo referencia a la figura 21, el estado de funcionamiento del motor de combustión interna está dentro de la región del segundo método de eliminación de NO_x .

20 En la etapa 131, se determina si la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape supera el valor de determinación de detención. Cuando, en la etapa 131, la cantidad de adsorción de hidrocarburos supera el valor de determinación de detención, la rutina avanza a la etapa 136. En la etapa 136, se detiene la alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos.

25 Cuando, en la etapa 131, la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape es el valor de determinación de detención o menos, la rutina avanza a la etapa 132. En este caso, se realiza el segundo método de eliminación de NO_x . En la etapa 132, se estima la cantidad de NO_x NO_x que fluye al interior del catalizador de purificación de gases de escape y se calcula la cantidad de NO_x almacenada actual ΣNO_x del catalizador de purificación de gases de escape.

30 A continuación, en la etapa 133, se determina si la cantidad de NO_x almacenada ΣNO_x del catalizador de purificación de gases de escape es mayor que el valor permisible MAX. Si la cantidad de almacenamiento de NO_x ΣNO_x del catalizador de purificación de gases de escape es el valor permisible MAX o menos, se finaliza el control actual. Es decir, se realiza un control para continuar el almacenamiento de NO_x . Cuando, en la etapa 133, la cantidad de almacenamiento de NO_x ΣNO_x del catalizador 13 de purificación de gases de escape es mayor que el valor permisible MAX, la rutina avanza a la etapa 134.

35 En la etapa 134, se realiza un control para hacer rica la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape. En la presente realización, se realiza un control que realiza una inyección auxiliar después de la inyección principal en las cámaras 2 de combustión para hacer ricos, en cuanto a la relación aire-combustible, los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Desde la capa 53 básica del catalizador 13 de purificación de gases de escape, el NO_x se libera y reduce. A continuación, en la etapa 135, la cantidad de almacenamiento de NO_x ΣNO_x del catalizador 13 de purificación de gases de escape se hace cero para restablecerla.

45 De esta manera, en el sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna de la presente realización, durante el periodo de tiempo en el que se está realizando el primer método de eliminación de NO_x , se estima la cantidad de adsorción de hidrocarburos se estima. Cuando la cantidad estimada de adsorción de hidrocarburos supera un valor de determinación predeterminado de la cantidad de adsorción, se realiza al menos un control de control que reduce la cantidad de alimentación de hidrocarburos y control que extiende el intervalo de alimentación de hidrocarburos. Realizando este control, es posible suprimir el flujo de salida de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape y, adicionalmente, eliminar el NO_x en una alta tasa de eliminación de NO_x .

55 En el primer control operativo que se muestra desde la figura 23 hasta la figura 25, se realiza un control para disminuir la cantidad de alimentación de hidrocarburos cuanto mayor es la cantidad de adsorción de hidrocarburos. En el primer control operativo, se proporciona un único valor de determinación de cambio de patrón de alimentación para cambiar la cantidad de alimentación de hidrocarburos, pero la invención no se limita a esto. También es posible establecer dos o más valores de determinación de cambio de patrón de alimentación. Adicionalmente, es posible establecer dos o más valores de determinación de cambio de patrón de alimentación y cambiar la cantidad de alimentación de hidrocarburos promedio alimentada por unidad de tiempo al catalizador de purificación de gases de escape en fases. Alternativamente, es posible estimar la cantidad de adsorción de hidrocarburos y cambiar la cantidad de alimentación de hidrocarburos continuamente según la cantidad de adsorción de hidrocarburos.

65 A continuación, se explicará el segundo control operativo en la presente realización. En el primer control operativo, cuando la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape supera un valor de determinación predeterminado, se realiza un control para cambiar la cantidad de alimentación de

hidrocarburos en el primer método de eliminación de NO_x . En el segundo control operativo, si durante el periodo de tiempo en el que se está realizando el primer método de eliminación de NO_x , la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape supera un valor de determinación predeterminado, se realiza un control para conmutar al segundo método de eliminación de NO_x .

La figura 31 muestra un diagrama de tiempo del segundo control operativo en la presente realización. Hasta el momento t_1 , el primer método de eliminación de NO_x se usa para eliminar el NO_x . En el segundo control operativo, se determinan por adelantado el valor de determinación de conmutación y el valor de determinación de detención en relación con la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape. El valor de determinación de conmutación es el valor de determinación para conmutar el método de eliminación de NO_x . Se emplea un valor de determinación que es más pequeño que el valor de determinación de detención.

En el ejemplo de funcionamiento que se muestra asimismo en la figura 31, realizando el primer método de eliminación de NO_x hasta el momento t_1 , la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta continuamente. La cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape alcanza el valor de determinación de conmutación en el momento t_1 . En el momento t_1 , se realiza un control para conmutar el método de eliminación de NO_x del primer método de eliminación de NO_x al segundo método de eliminación de NO_x .

El segundo método de eliminación de NO_x es un método de eliminación que almacena, libera, y reduce el NO_x . El intervalo de alimentación de los hidrocarburos pasa a ser más largo que en el primer método de eliminación de NO_x . Si se realiza el segundo método de eliminación de NO_x desde el estado de una gran cantidad de adsorción de hidrocarburos, en la mayoría de los casos, la cantidad de adsorción de hidrocarburos disminuirá junto con la continuación del funcionamiento. A este respecto, en ocasiones la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta según la cantidad de alimentación de hidrocarburos en el segundo método de eliminación de NO_x y el estado de funcionamiento del motor de combustión interna etc. En el segundo control operativo de la presente realización, se tomará como ejemplo para la explicación el caso en el que, incluso después de conmutar al segundo método de eliminación de NO_x , el valor máximo de la cantidad de adsorción de hidrocarburos asciende gradualmente.

La cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta cada vez realizando un control de riqueza que hace los gases de escape ricos en cuanto a la relación aire-combustible. Después de esto, la cantidad de adsorción de hidrocarburos disminuye. Cada vez que se repite el control de riqueza, el valor máximo de la cantidad de adsorción de hidrocarburos asciende gradualmente. En el momento t_2 , la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape alcanza el valor de determinación de detención.

En el segundo control operativo de la presente realización, cuando, durante el periodo de tiempo en el que está realizándose el segundo método de eliminación de NO_x , la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape supera el valor de determinación de detención, se realiza un control para detener la alimentación de hidrocarburos. Es decir, en el momento t_2 y en adelante, la cantidad de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos se hace cero.

Al hacer cero la cantidad de alimentación de hidrocarburos, la cantidad de adsorción de hidrocarburos se disminuye desde el momento t_2 en adelante. Asimismo, en el segundo control operativo, es posible establecer por adelantado un valor de determinación de reanudación que reanuda la alimentación de hidrocarburos mediante el primer método de eliminación de NO_x o la alimentación de hidrocarburos mediante el segundo método de eliminación de NO_x . Cuando la cantidad de adsorción de hidrocarburos es menos que un valor de determinación de reanudación predeterminado, es posible reanudar la alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos para realizar el primer método de eliminación de NO_x o el segundo método de eliminación de NO_x .

La figura 32 muestra parte de un diagrama de flujo del segundo control operativo de la presente realización. El segundo control operativo es similar al primer control operativo que se muestra en la figura 24 y la figura 25 en la mayoría de las etapas. La figura 32 muestra la parte que está rodeada por el intervalo A de la figura 24. En el segundo control operativo, las partes de la etapa 121 y la etapa 122 del primer control operativo de la figura 24 son diferentes.

Haciendo referencia a la figura 32, la figura 24 y la figura 25, en la etapa 120, si la cantidad de adsorción de hidrocarburos es el valor de determinación de detención o menos, la rutina avanza a la etapa 142, en la que se realiza el segundo método de eliminación de NO_x . Las etapas 142 a 145 son similares a las etapas 132 a 135 en la figura 25. De esta manera, en el segundo control operativo, si la cantidad de adsorción de hidrocarburos es más pequeña que un valor de determinación de conmutación predeterminado, se realiza el primer método de eliminación de NO_x , mientras que si la cantidad de adsorción de hidrocarburos es mayor que el valor de determinación de conmutación predeterminado, puede emplearse el segundo método de eliminación de NO_x .

En el segundo control operativo, incluso cuando el estado de funcionamiento del motor de combustión interna está

en la región en la que se realiza el primer método de eliminación de NO_x, si la cantidad de adsorción de hidrocarburos supera el valor de determinación de conmutación, se realiza un control para conmutar del primer método de eliminación de NO_x al segundo método de eliminación de NO_x. Es decir, se realiza un control para hacer más largo el intervalo de alimentación de hidrocarburos más largo.

5 En el ejemplo de funcionamiento que se muestra en la figura 31, incluso en el segundo método de eliminación de NO_x, el valor máximo de la cantidad de adsorción de hidrocarburos asciende gradualmente. Por otro lado, cuando, conmutando al segundo método de eliminación de NO_x, la cantidad de adsorción de hidrocarburos disminuye gradualmente, puede realizarse un control similar al control desde el anterior tiempo t2 y en adelante. Es decir, es posible establecer por adelantado un valor de determinación para la reanudación de la alimentación de hidrocarburos mediante el primer método de eliminación de NO_x y reanudar el primer método de eliminación de NO_x cuando la cantidad de adsorción de hidrocarburos es menos que el valor de determinación predeterminado.

15 Asimismo, realizando el segundo control operativo en la presente realización, es posible eliminar el NO_x en una tasa de eliminación más alta y suprimir el flujo de salida de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape.

20 El primer control operativo y segundo control operativo anteriores pueden combinarse adecuadamente. Por ejemplo, el valor de determinación de cambio de patrón de alimentación, el valor de determinación de conmutación y el valor de determinación de detención pueden establecerse por adelantado para cambiar el método de eliminación de NO_x. Por ejemplo, el valor de determinación de detención puede establecerse más pequeño que la cantidad de adsorción saturada. El valor de determinación de conmutación puede establecerse más pequeño que el valor de determinación de detención. El valor de determinación de cambio de patrón de alimentación puede establecerse más pequeño que el valor de determinación de conmutación.

25 Cuando, durante el periodo de tiempo en el que está realizándose el primer control de eliminación de NO_x, la cantidad de adsorción de hidrocarburos supera el valor de determinación de cambio de patrón de alimentación, puede realizarse un control para disminuir la cantidad de alimentación de hidrocarburos promedio por unidad de tiempo que se alimenta al catalizador de purificación de gases de escape. Adicionalmente, cuando la cantidad de adsorción de hidrocarburos supera el valor de determinación de conmutación, puede realizarse un control para conmutar del primer método de eliminación de NO_x al segundo método de eliminación de NO_x. Además, es posible detener la alimentación de hidrocarburos si la cantidad de adsorción de hidrocarburos supera el valor de determinación de detención. Alternativamente, en la región en la que la cantidad de adsorción de hidrocarburos es el valor de determinación de conmutación o menos, puede realizarse un control para disminuir la cantidad de alimentación de hidrocarburos promedio por unidad de tiempo que se alimenta al catalizador de purificación de gases de escape cuanto mayor es la cantidad de adsorción de hidrocarburos.

35 Al realizar tal control multifase que combina el primer control operativo y el segundo control operativo, es posible mantener más alta la tasa de eliminación de NO_x y suprimir de manera más fiable el flujo de salida de hidrocarburos del catalizador de purificación de gases de escape.

40 Obsérvese que en las rutinas de control anteriores, el orden de las etapas puede cambiarse adecuadamente dentro de un intervalo que no cambia las acciones y funciones. En las figuras anteriores, se asignan las mismas notaciones de referencia a las partes iguales o equivalentes. Obsérvese que las realizaciones anteriores son a modo de ilustración y no limitan la invención. Adicionalmente, las realizaciones incluyen cambios que se muestran en las reivindicaciones.

Lista de números de referencia

50	5	colector de escape
	8	detector de aire de admisión
	12	tubería de escape
55	13	catalizador de purificación de gases de escape
	14	filtro de partículas
60	15	válvula de alimentación de hidrocarburos
	23	sensor de temperatura
	30	unidad de control electrónico
65	50	soporte de catalizador

- 51, 52 catalizador de metal precioso
- 53 capa básica
- 54 parte de superficie de flujo de gases de escape

REIVINDICACIONES

1. Sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna que está previsto dentro de un canal de escape del motor con una válvula (15) de alimentación de hidrocarburos para alimentar hidrocarburos, dispone un catalizador (13) de purificación de gases de escape para provocar que el NO_x que está contenido en los gases de escape e hidrocarburos reformados reaccionen aguas abajo de la válvula (15) de alimentación de hidrocarburos en el canal de escape del motor, porta unos catalizadores (51, 52) de metales preciosos sobre una superficie de flujo de gases de escape del catalizador (13) de purificación de gases de escape, y forma unas partes (54) de superficie de flujo de gases de escape básicas alrededor de los catalizadores (51, 52) de metales preciosos, en el que el catalizador (13) de purificación de gases de escape tiene la propiedad de reducir el NO_x que está contenido en los gases de escape si hace vibrar la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador (13) de purificación de gases de escape dentro de un intervalo predeterminado de amplitud y dentro de un intervalo predeterminado de periodo y tiene la propiedad de aumentar la cantidad de almacenamiento de NO_x que está contenido en los gases de escape si se hace el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos más largo que el intervalo predeterminado; en el que, en dicho catalizador (13) de purificación de gases de escape, el NO_x contenido en los gases de escape e hidrocarburos reformados reaccionan sobre los catalizadores (51, 52) de metales preciosos, mediante lo cual se producen unos productos intermedios reductores R-NCO y R-NH₂ que contienen nitrógeno e hidrocarburos y los productos intermedios reductores producidos están retenidos sobre las partes (54) de superficie de flujo de gases de escape básicas, y en el que el intervalo predeterminado de periodo es un intervalo de 0,3 segundos a 5 segundos, y, en el momento de funcionamiento del motor, durante un periodo de tiempo en el que se controla la cantidad de alimentación de hidrocarburos desde la válvula (15) de alimentación de hidrocarburos de modo que la amplitud del cambio de concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador (13) de purificación de gases de escape pasa a estar dentro del anterior intervalo predeterminado de amplitud, mientras que se controla el intervalo de alimentación de hidrocarburos desde la válvula (15) de alimentación de hidrocarburos de modo que la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador (13) de purificación de gases de escape vibra dentro del anterior intervalo predeterminado de periodo, se estima la cantidad de adsorción de hidrocarburos en el catalizador (13) de purificación de gases de escape y, si la cantidad estimada de adsorción de hidrocarburos supera un valor de determinación predeterminado de la cantidad de adsorción, se realiza al menos un control de control que reduce la cantidad de alimentación de hidrocarburos y control que alarga el intervalo de alimentación de hidrocarburos.
2. Sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que el sistema está formado para poder realizar un primer método de eliminación de NO_x que hace vibrar la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador (13) de purificación de gases de escape dentro del intervalo predeterminado de amplitud y dentro del intervalo predeterminado de periodo y un segundo método de eliminación de NO_x que hace el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos más largo que el intervalo predeterminado, y, durante el periodo de tiempo en el que está usándose el primer método de eliminación de NO_x para eliminar el NO_x, si la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador (13) de purificación de gases de escape supera un valor de determinación de conmutación predeterminado, el primer método de eliminación de NO_x se conmuta al segundo método de eliminación de NO_x.
3. Sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que, cuando la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador (13) de purificación de gases de escape supera un valor de determinación de cambio de patrón de alimentación predeterminado, se realiza al menos un control de control que hace la cantidad de alimentación de hidrocarburos más pequeña y control que hace el intervalo de alimentación de hidrocarburos más largo en cuanto a la amplitud de cambio de la concentración de hidrocarburos dentro del intervalo predeterminado de amplitud y en cuanto a la vibración de concentración de hidrocarburos dentro del intervalo predeterminado de periodo.
4. Sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 2, en el que, durante el periodo de tiempo en el que está usándose el primer método de eliminación de NO_x para eliminar el NO_x, cuanto mayor es la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador (13) de purificación de gases de escape, más se realiza al menos un control de control que hace la cantidad de alimentación de hidrocarburos más pequeña y control que hace el intervalo de alimentación de hidrocarburos más largo en cuanto a la amplitud de cambio de la concentración de hidrocarburos dentro del intervalo predeterminado de amplitud y en cuanto a la vibración de concentración de hidrocarburos dentro del intervalo predeterminado de periodo y, cuando la cantidad de adsorción de hidrocarburos del catalizador (13) de purificación de gases de escape supera un valor de determinación de detención predeterminado, se realiza un control para detener la alimentación de hidrocarburos desde la válvula (15) de alimentación de hidrocarburos.

Fig.1

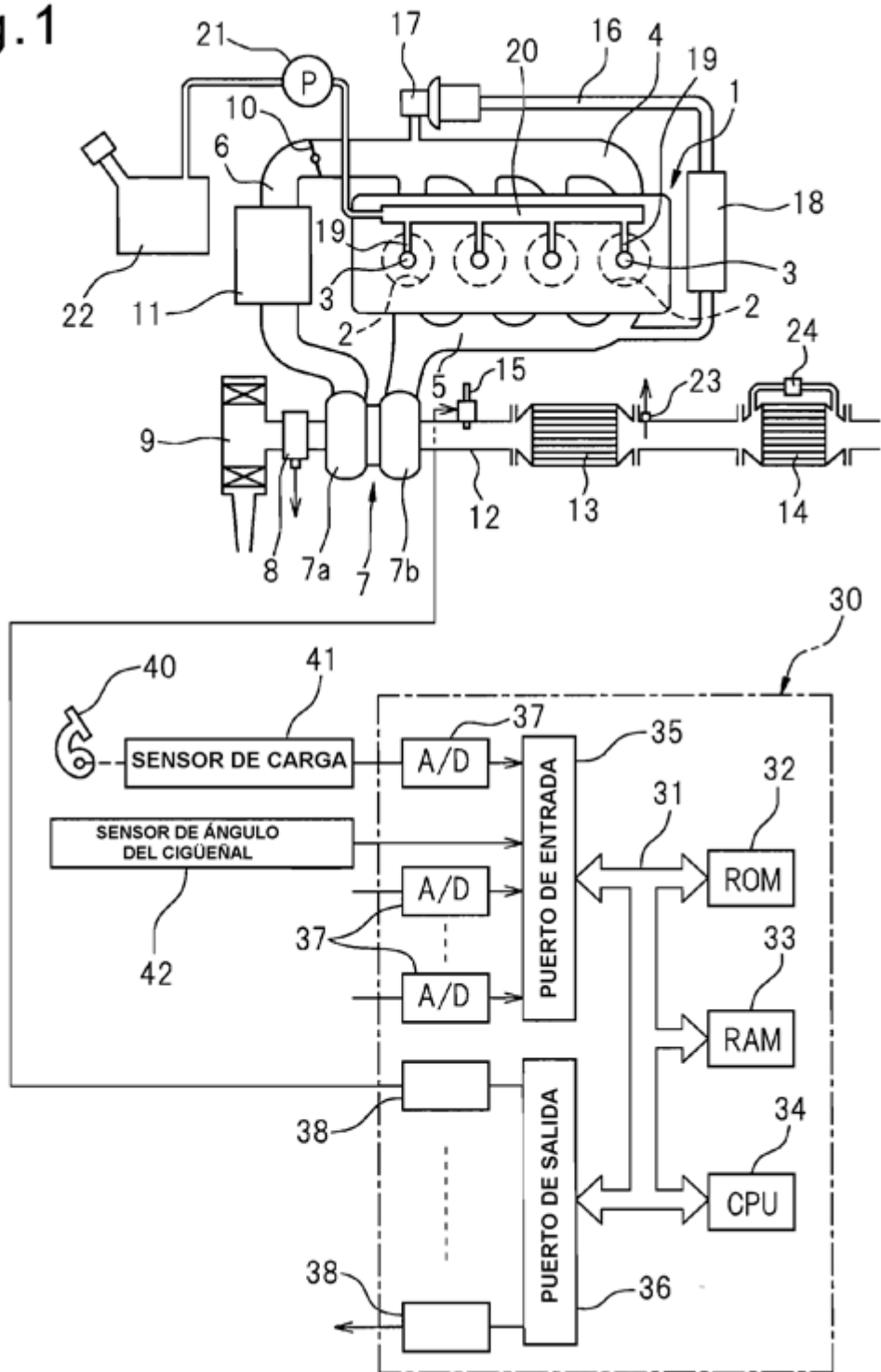


Fig.2

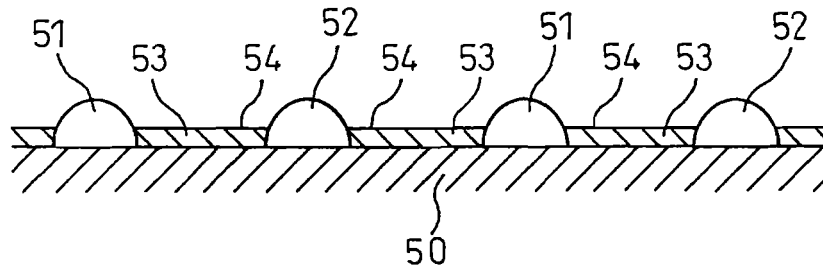


Fig.3

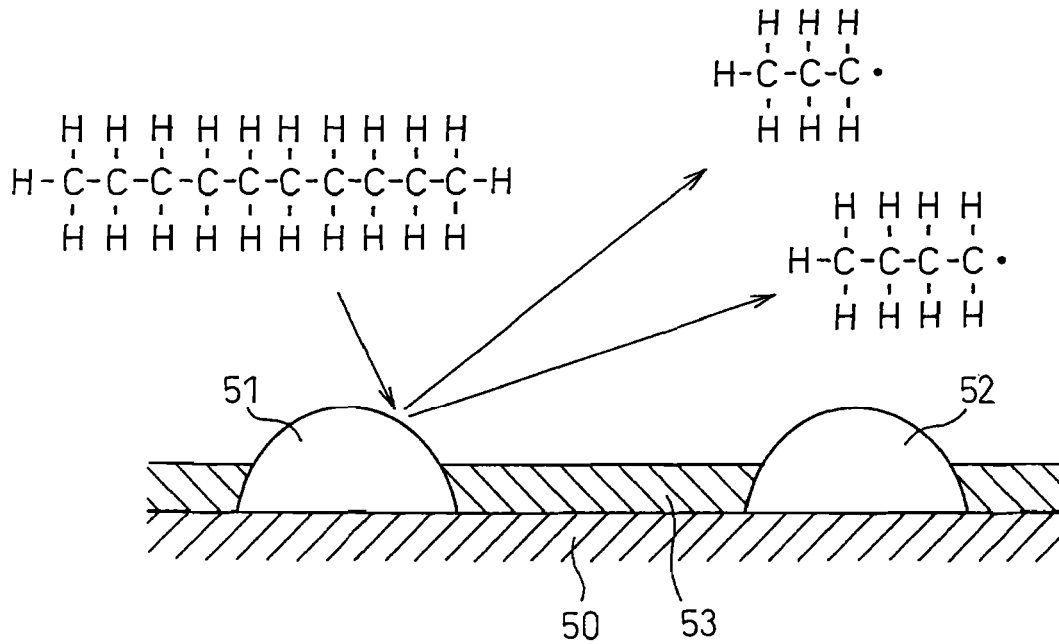


Fig.4

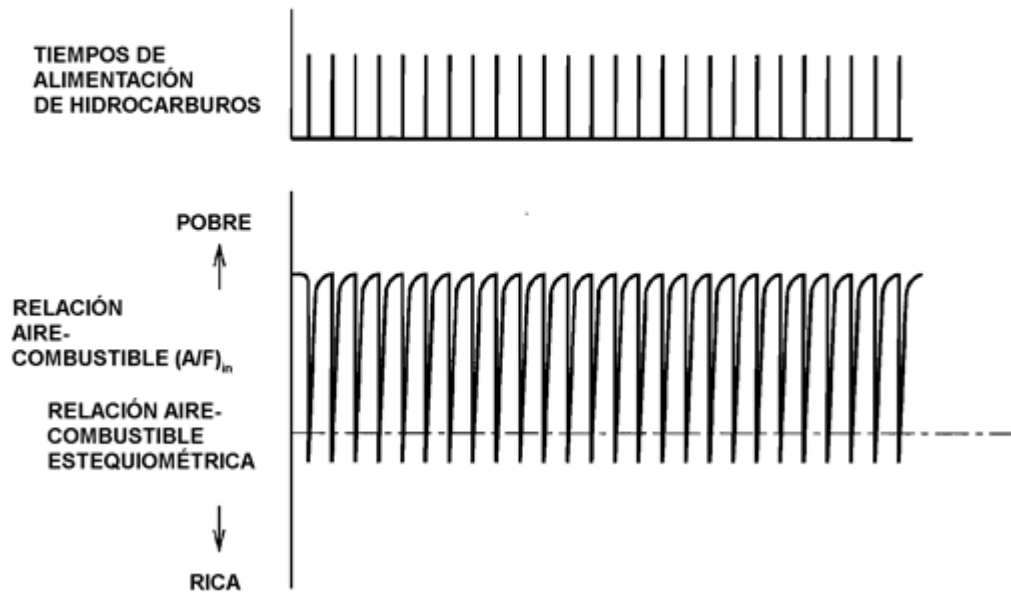


Fig.5

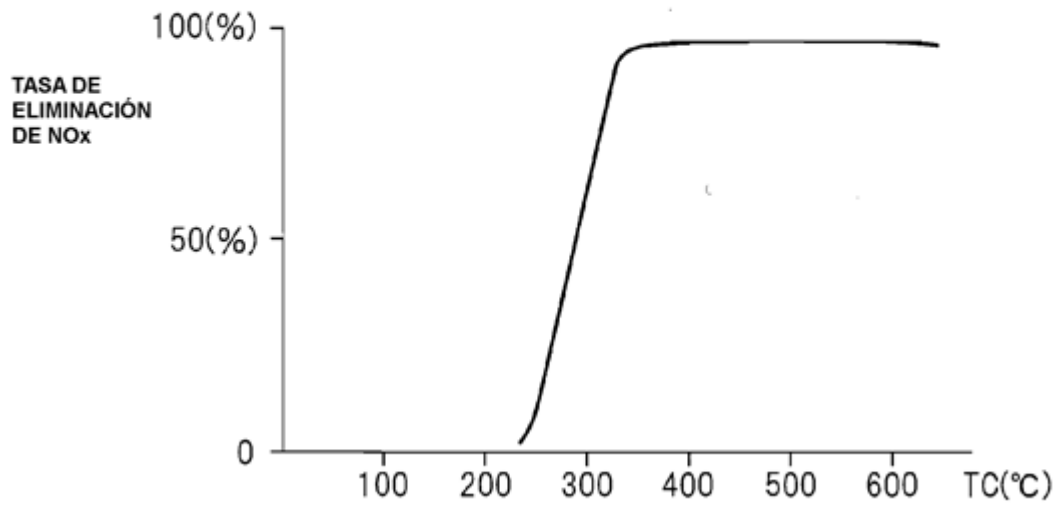


Fig.6A

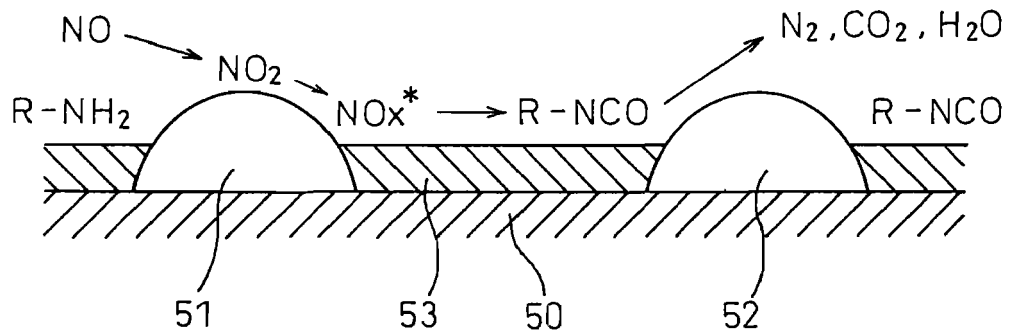


Fig.6B

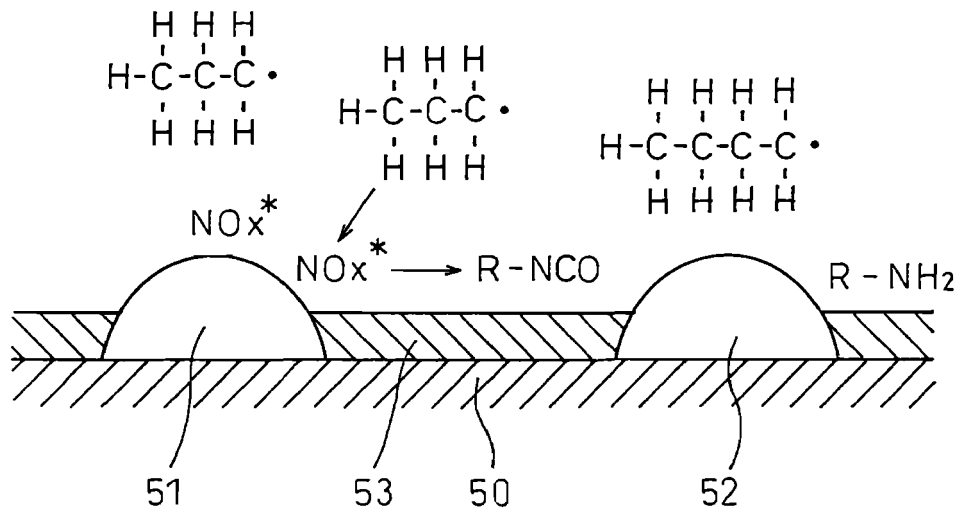


Fig.7A

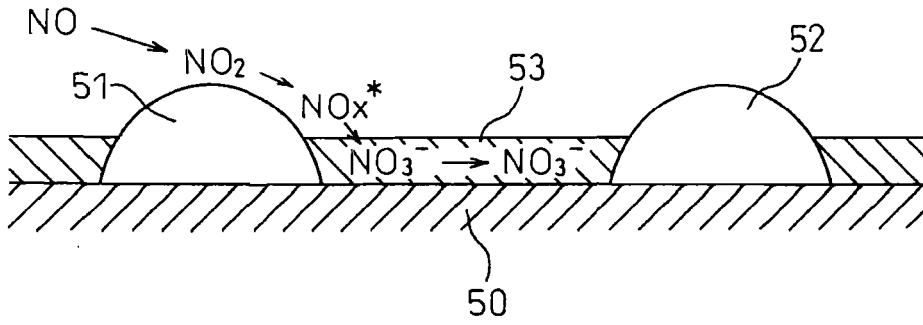


Fig.7B

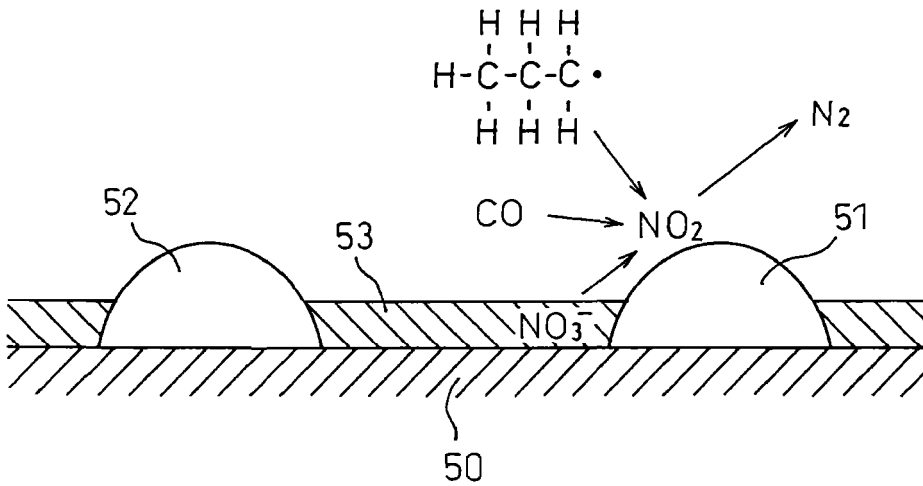


Fig.8

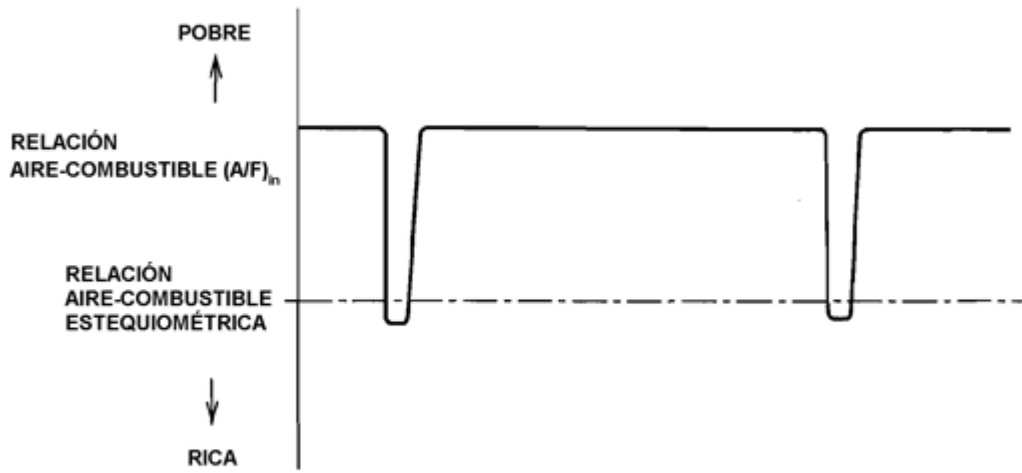


Fig.9

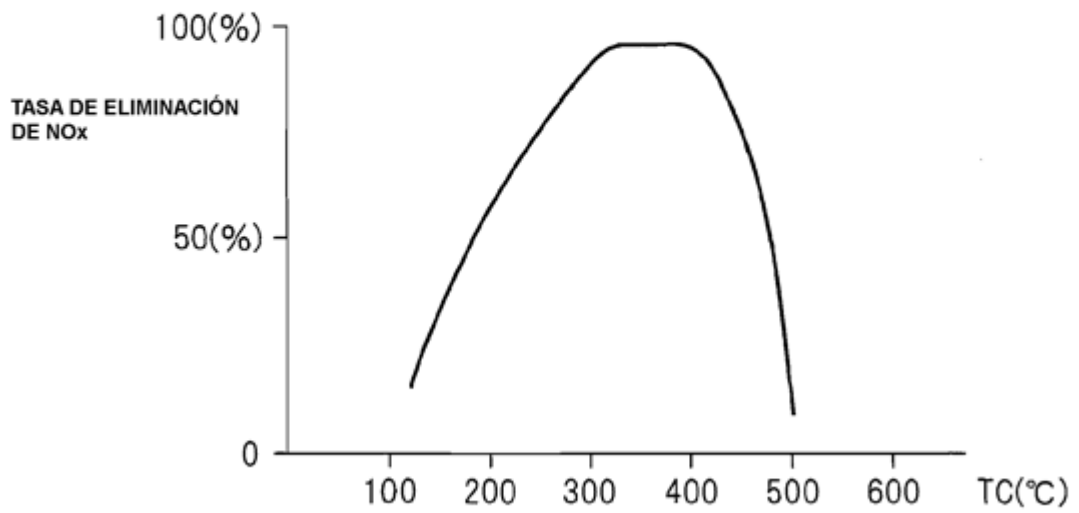


Fig.10

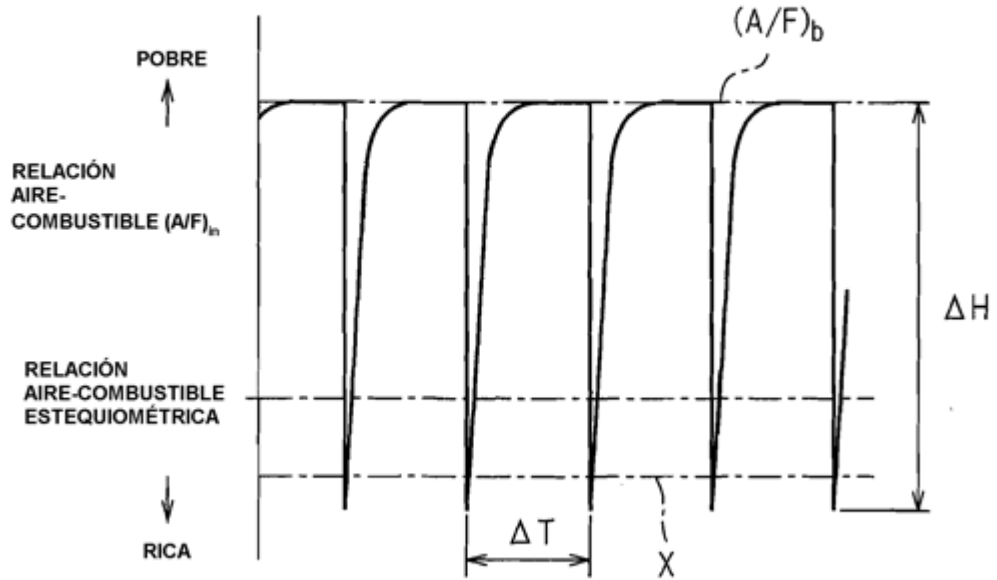


Fig.11

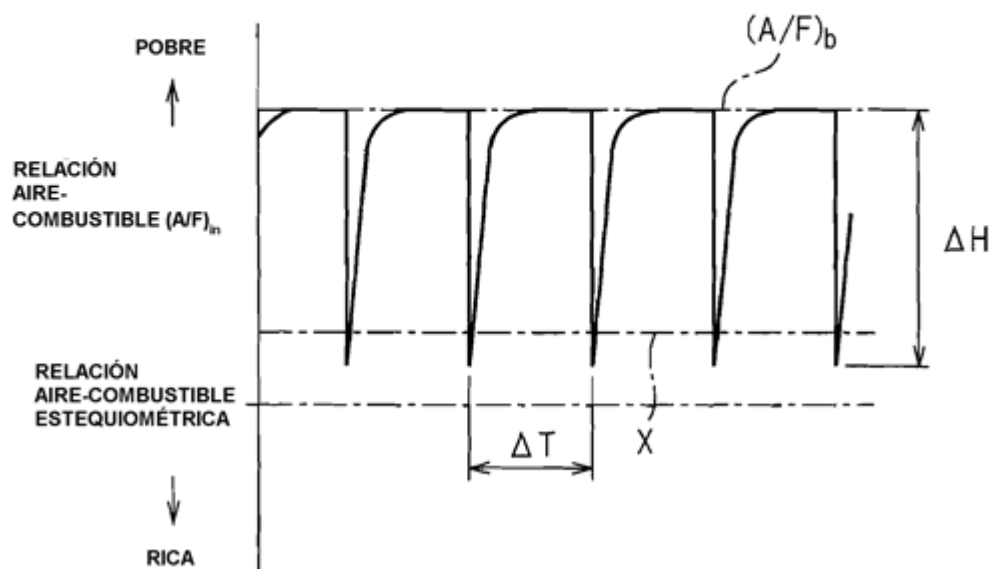


Fig.12

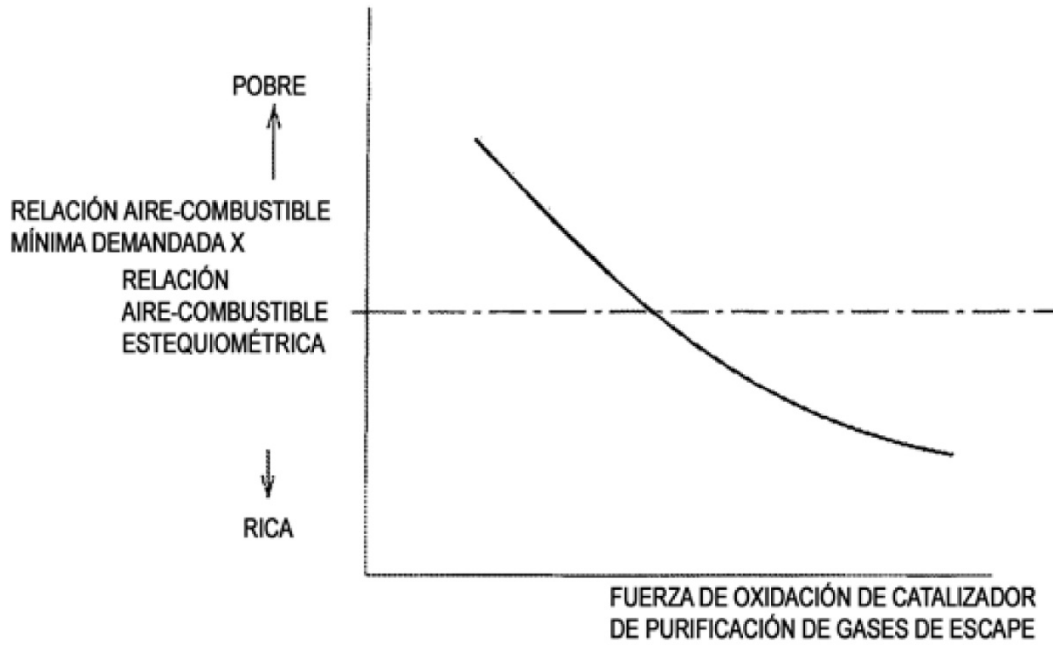


Fig.13

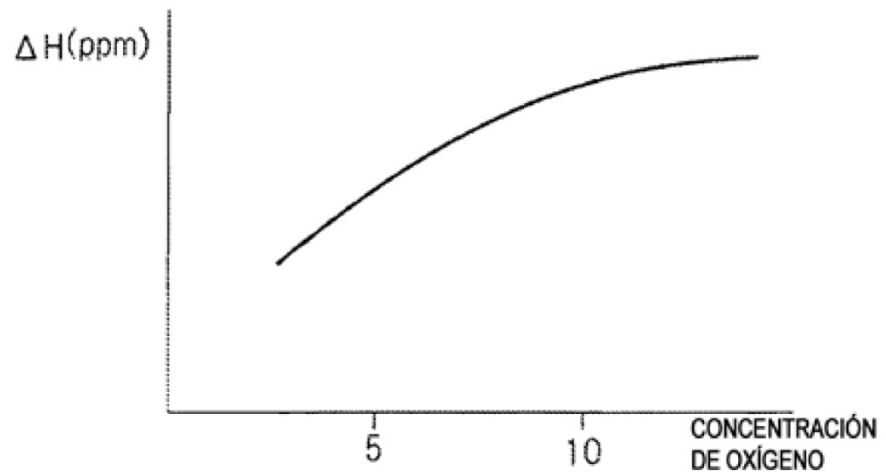


Fig.14

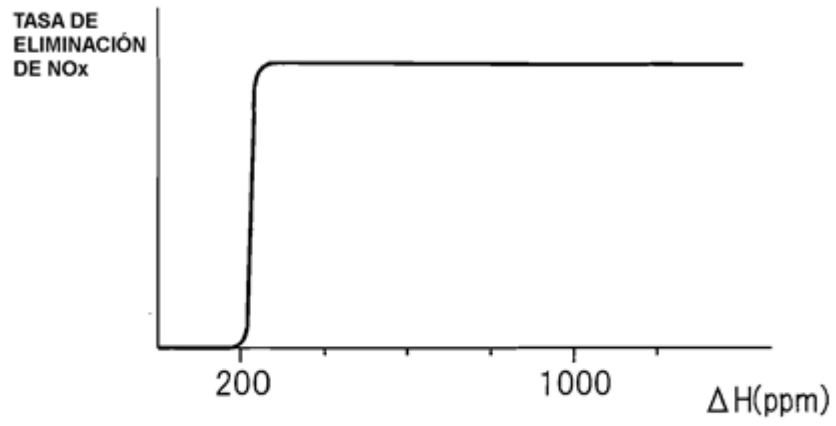


Fig.15

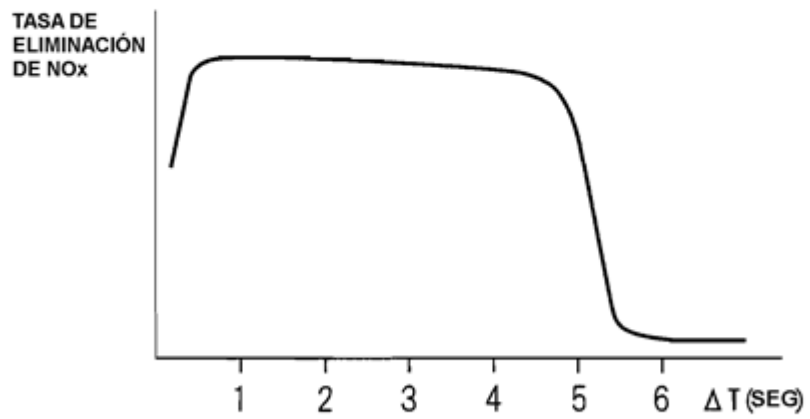


Fig.16A

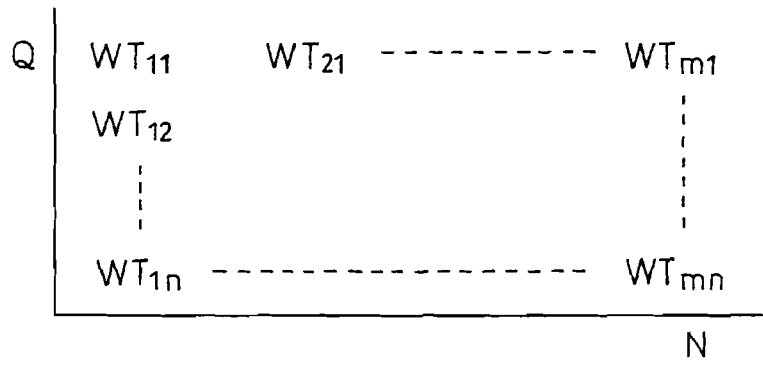


Fig.16B

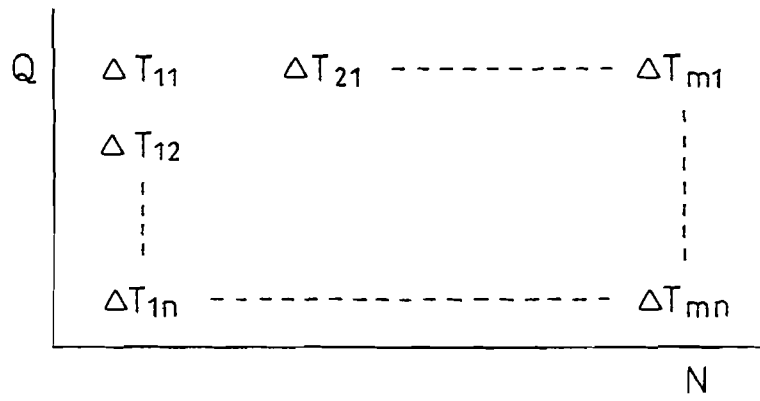


Fig.17

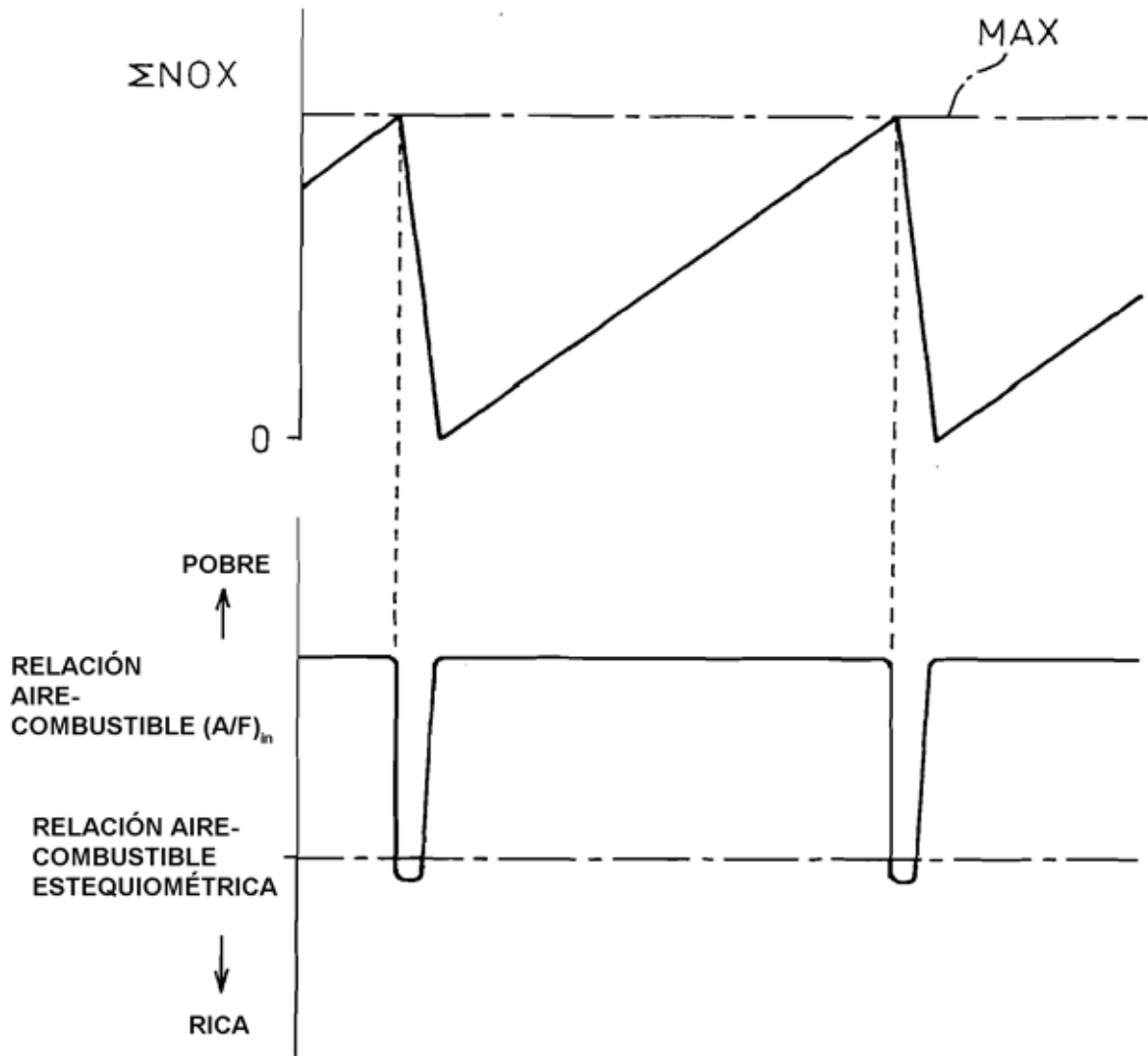


Fig.18

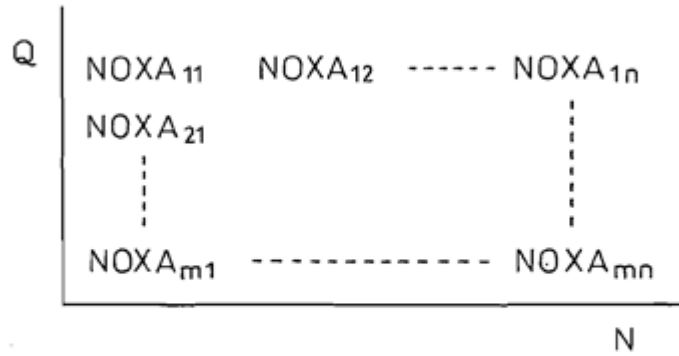


Fig.19

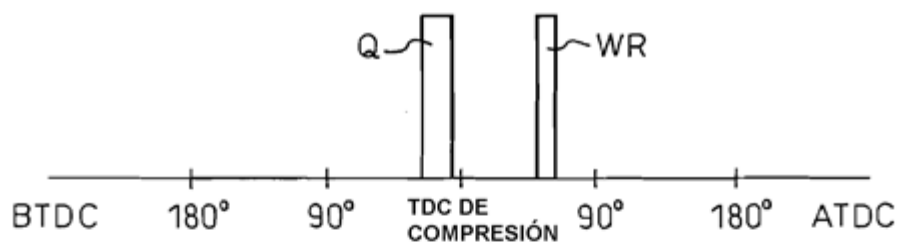


Fig.20

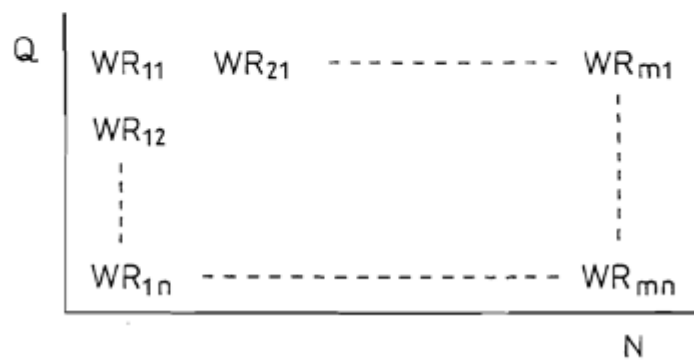


Fig.21



Fig.22



Fig.23

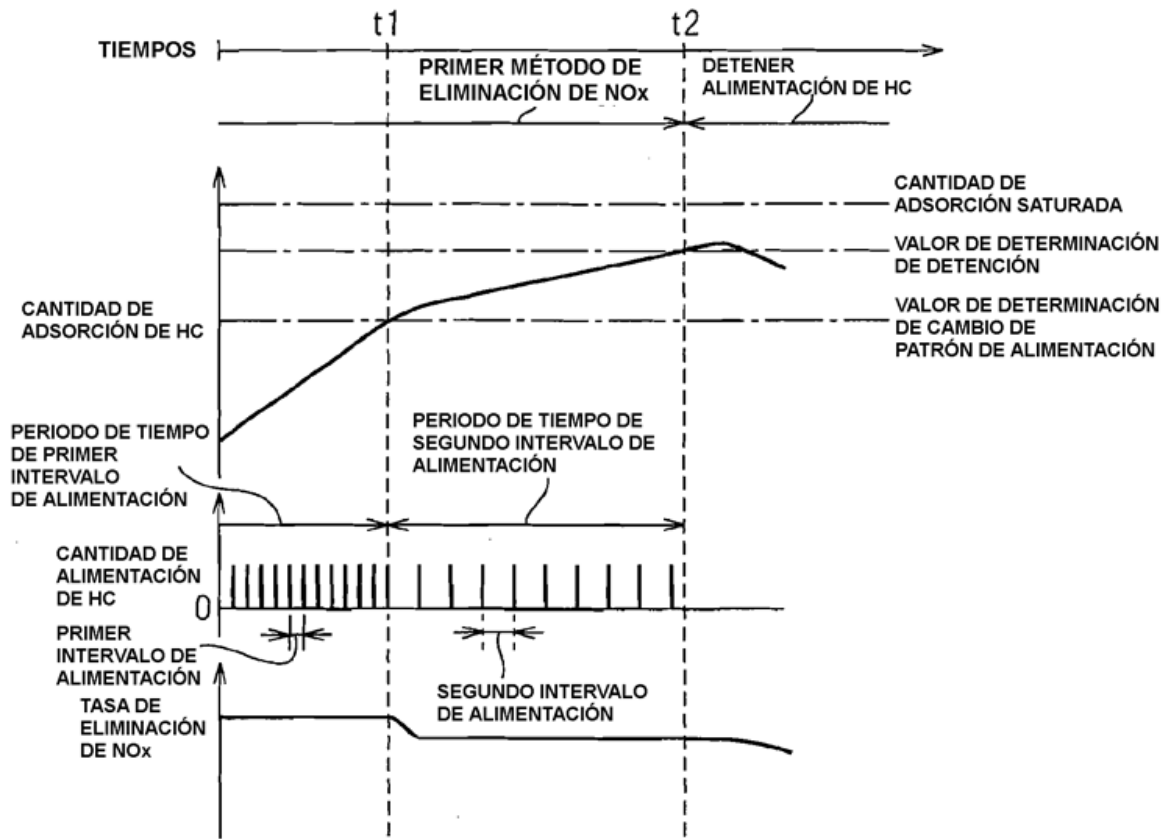


Fig.24

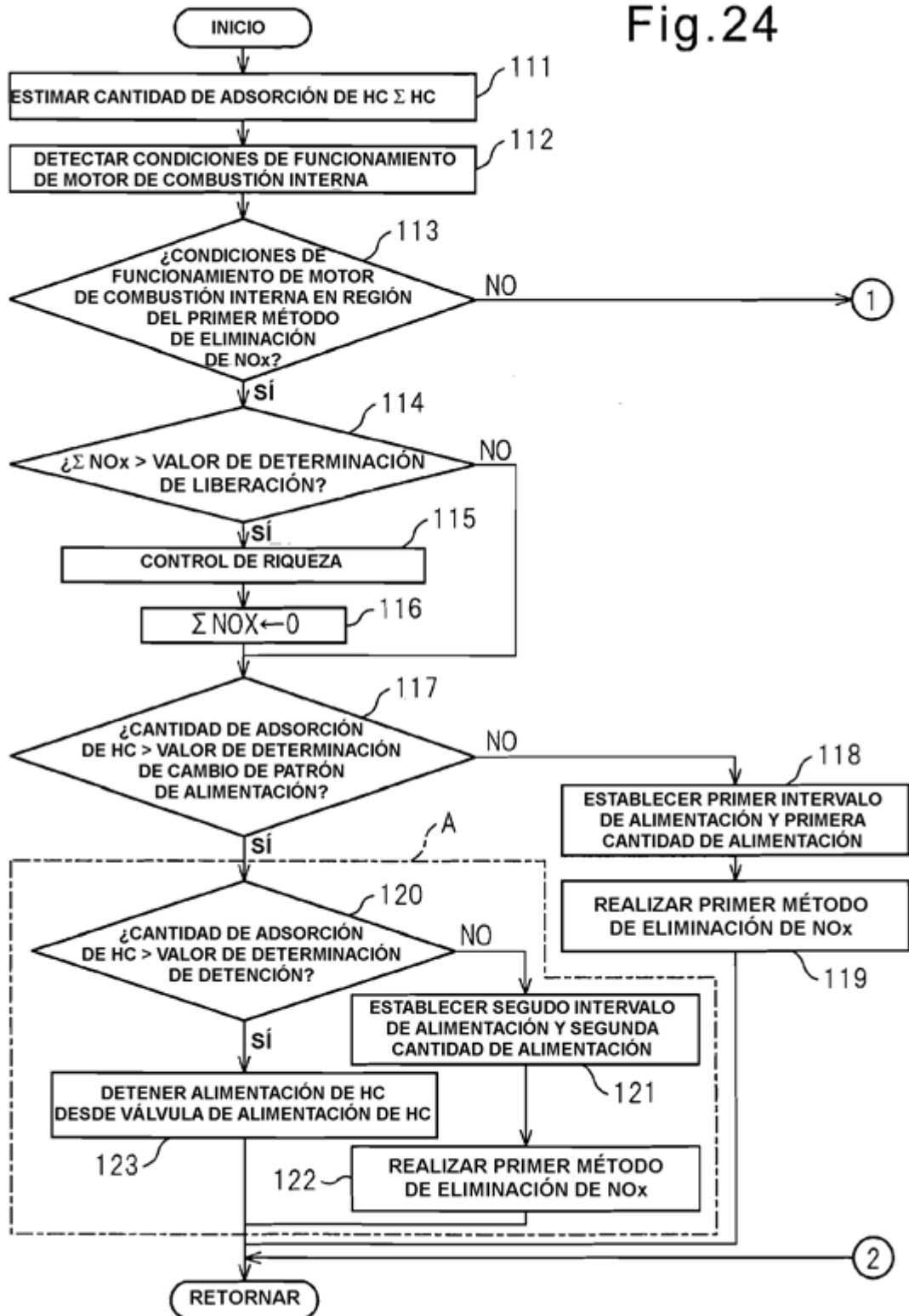


Fig.25

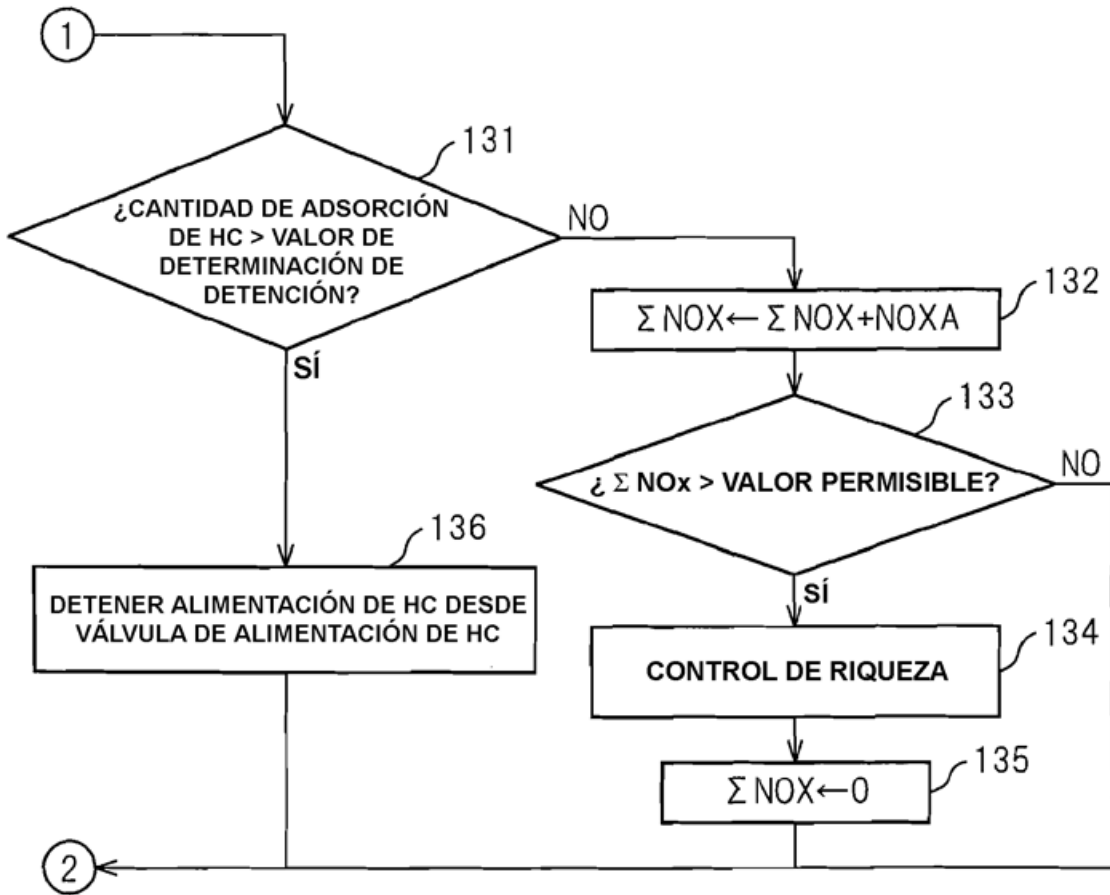


Fig.26

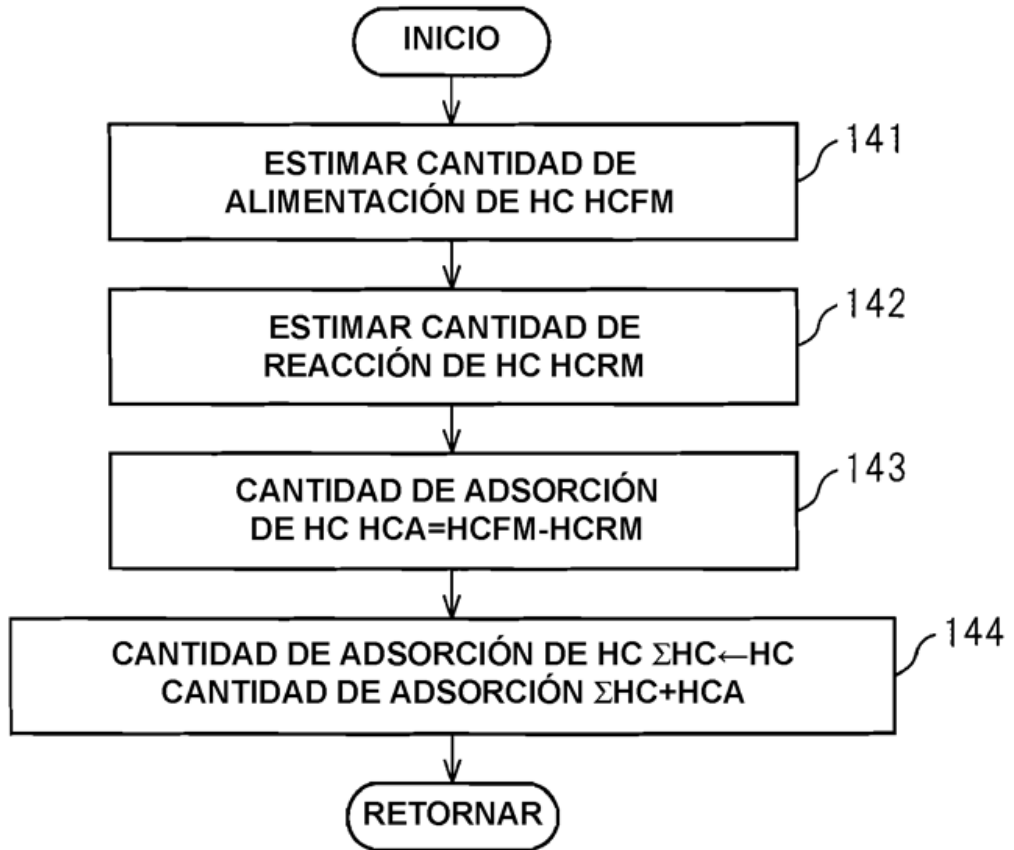


Fig.27

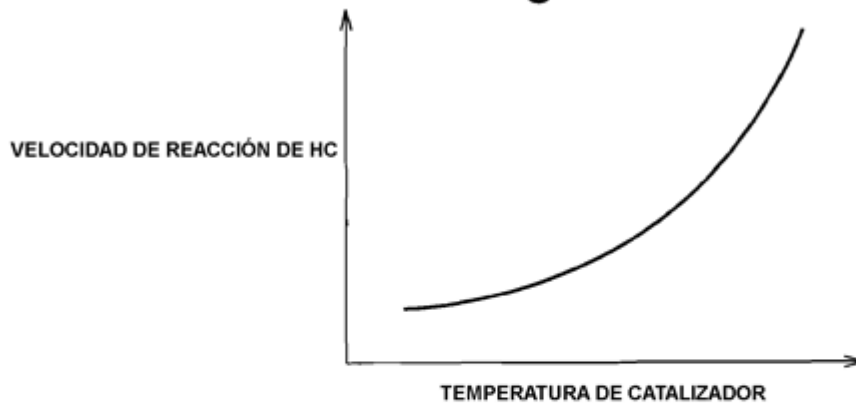


Fig.28

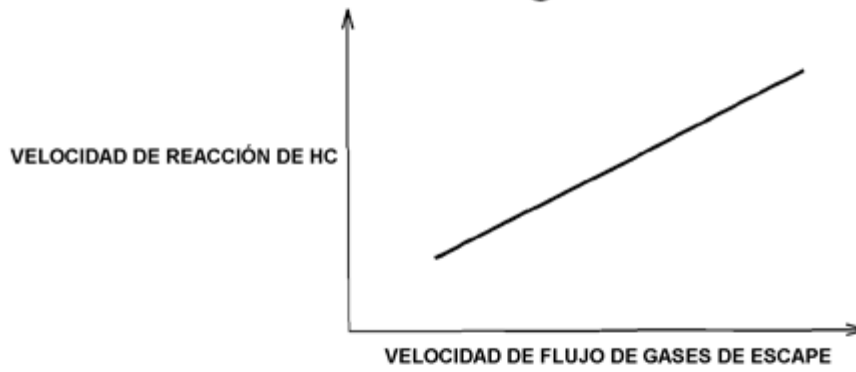


Fig.29



Fig.30

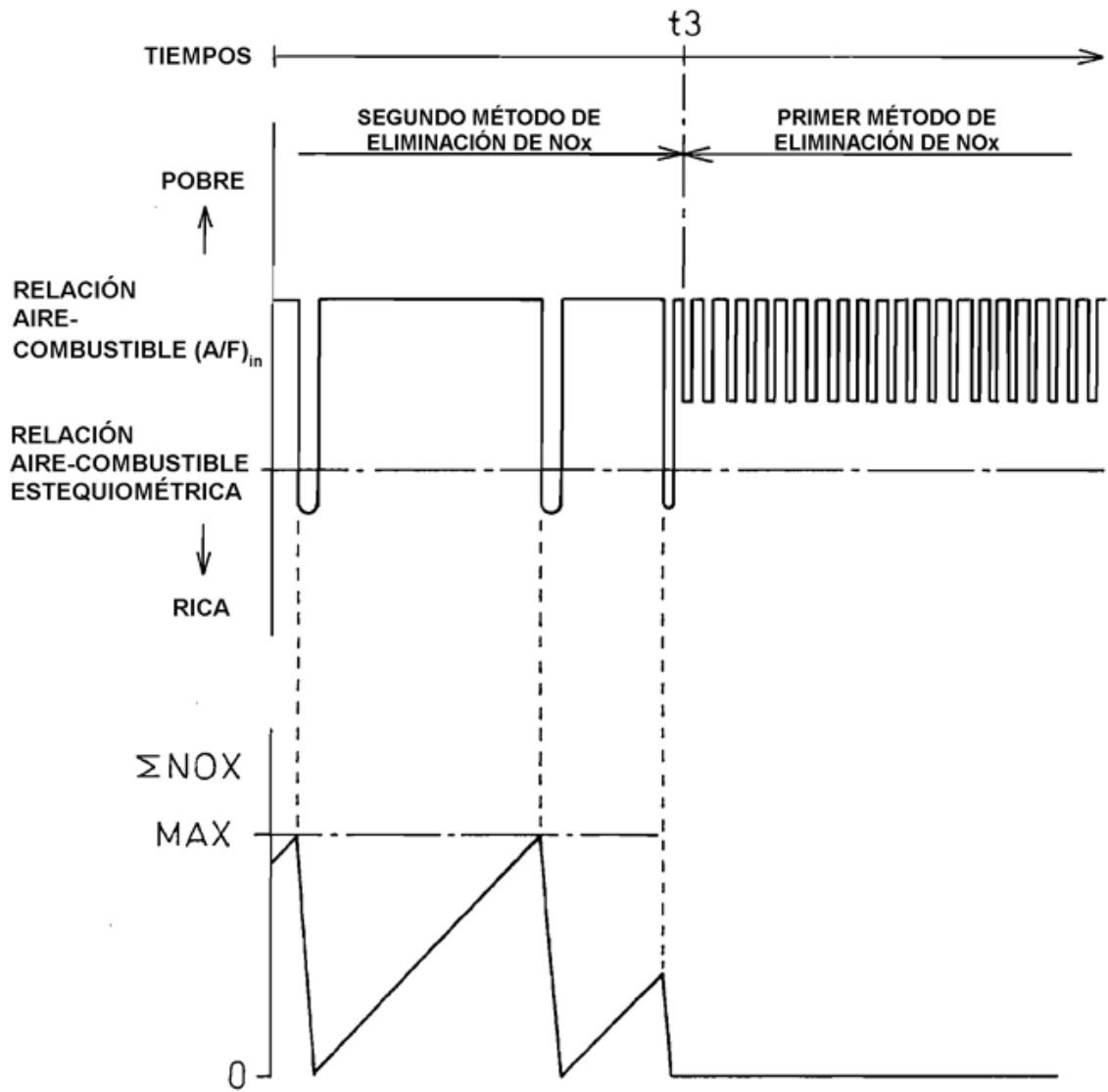


Fig.31

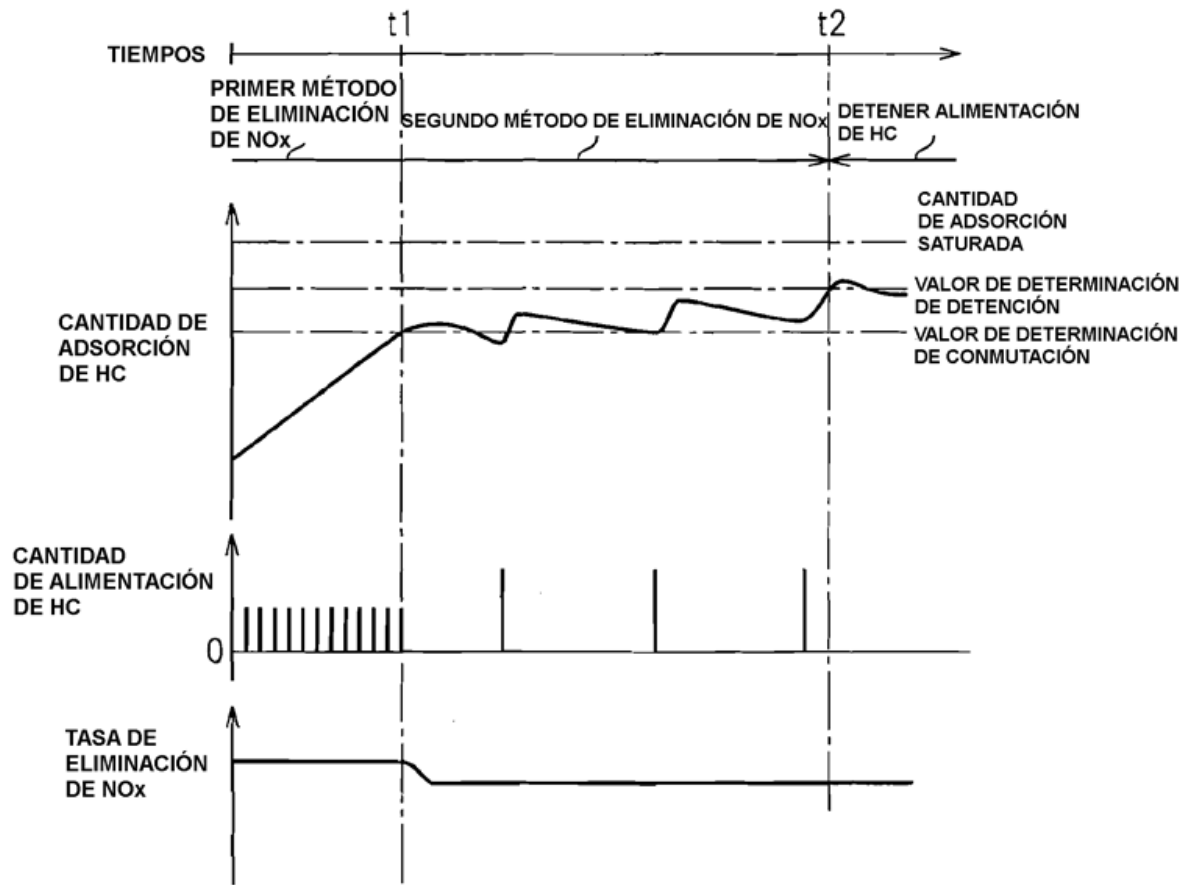


Fig.32

