

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 798**

51 Int. Cl.:

F01N 9/00 (2006.01)

F02D 41/02 (2006.01)

F02D 41/14 (2006.01)

F01N 13/00 (2010.01)

F01N 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2011 PCT/JP2011/053429**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.08.2012 WO12108063**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2011 E 11766877 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2503120**

54 Título: **Método de purificación de NOX de un sistema de purificación de gas de escape para motor de combustión interna**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.02.2017

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

72 Inventor/es:
BISAIJI, YUKI

74 Agente/Representante:
ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 601 798 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).

METODO DE PURIFICACION DE NOX DE UN SISTEMA DE PURIFICACION DE GAS DE ESCAPE PARA MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

DESCRIPCIÓN

5

Campo técnico

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

10

Técnica anterior

En la técnica se conoce un motor de combustión interna que dispone, en un conducto de escape del motor, un catalizador de almacenamiento de NO_x que almacena NO_x que está contenido en los gases de escape cuando la relación aire-combustible de los gases de escape entrantes es pobre y que libera el NO_x almacenado cuando la relación aire-combustible de los gases de escape entrantes pasa a ser rica, que dispone, en el conducto de escape del motor aguas arriba del catalizador de almacenamiento de NO_x, un catalizador de oxidación que tiene una función de adsorción, y que alimenta hidrocarburos al interior del conducto de escape del motor aguas arriba del catalizador de oxidación para hacer que la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador de almacenamiento de NO_x sea rica cuando se libera NO_x desde el catalizador de almacenamiento de NO_x (por ejemplo, véase la bibliografía de patente 1).

15

En este motor de combustión interna, los hidrocarburos que se alimentan cuando se libera NO_x desde el catalizador de almacenamiento de NO_x se convierten en hidrocarburos gaseosos en el catalizador de oxidación, y los hidrocarburos gaseosos se alimentan al catalizador de almacenamiento de NO_x. Como resultado, el NO_x que se libera desde el catalizador de almacenamiento de NO_x se reduce ampliamente.

20

La bibliografía de patente 2 y la bibliografía de patente 3 representan el estado del arte conforme al artículo 54 (3) del CPE y dan a conocer un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna que comprende un catalizador de purificación para hacer reaccionar el NO_x e hidrocarburos reformados aguas arriba de un catalizador de purificación de producto intermedio para la eliminación de los productos intermedios que contienen nitrógeno, en el que la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador de purificación se hace vibrar dentro de un intervalo predeterminado de amplitud y dentro de un intervalo predeterminado de periodo.

25

La bibliografía de patente 4 da a conocer un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna que comprende un catalizador de almacenamiento de NO_x para hacer reaccionar NO_x con hidrocarburos alimentados desde una válvula de alimentación de combustible aguas arriba a productos intermedios y un catalizador de purificación de NO_x aguas abajo para la eliminación de los productos intermedios.

30

Lista de citas

Bibliografía de patente

Bibliografía de patente 1: Patente japonesa n.º 3969450

35

Bibliografía de patente 2: Solicitud de patente europea EP2460990

Bibliografía de patente 3: Solicitud de patente europea EP2495909

40

Bibliografía de patente 4: Solicitud de patente estadounidense US2009/0084091

Sumario de la invención

Problema técnico

45

Sin embargo, existe el problema de que cuando el catalizador de almacenamiento de NO_x pasa a estar a alta temperatura, la tasa de purificación de NO_x disminuye.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna que pueda obtener una alta tasa de purificación de NO_x incluso si la temperatura del catalizador de purificación de gases de escape pasa a ser una alta temperatura.

50

Solución al problema

Según la presente invención, se proporciona un método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 1.

55

Efectos ventajosos de la invención

Incluso si la temperatura del catalizador de purificación de gases de escape pasa a ser una temperatura alta, puede obtenerse una tasa de purificación de NO_x alta.

- 5 **Breve descripción de los dibujos**
- La figura 1 es una vista general de un motor de combustión interna de tipo encendido por compresión.
- 10 La figura 2 es una vista que muestra esquemáticamente una parte superficial de un soporte de catalizador.
- La figura 3 es una vista para explicar una reacción de oxidación en un catalizador de purificación de gases de escape.
- 15 La figura 4 es una vista que muestra un cambio de una relación aire-combustible de gases de escape que fluyen al interior de un catalizador de purificación de gases de escape.
- La figura 5 es una vista que muestra una tasa de purificación de NO_x .
- 20 Las figuras 6A y 6B son vistas para explicar una reacción de oxidación-reducción en un catalizador de purificación de gases de escape.
- Las figuras 7A y 7B son vistas para explicar una reacción de oxidación-reducción en un catalizador de purificación de gases de escape.
- 25 La figura 8 es una vista que muestra un cambio de una relación aire-combustible de gases de escape que fluyen al interior de un catalizador de purificación de gases de escape.
- La figura 9 es una vista de una tasa de purificación de NO_x .
- 30 La figura 10 es un diagrama de tiempo que muestra un cambio de una relación aire-combustible de gases de escape que fluyen al interior de un catalizador de purificación de gases de escape.
- La figura 11 es un diagrama de tiempo que muestra un cambio de una relación aire-combustible de gases de escape que fluyen al interior de un catalizador de purificación de gases de escape.
- 35 La figura 12 es una vista que muestra una relación entre una fuerza de oxidación de un catalizador de purificación de gases de escape y una relación aire-combustible mínima demandada X.
- 40 La figura 13 es una vista que muestra una relación entre una concentración de oxígeno en gases de escape y una amplitud ΔH de una concentración de hidrocarburos que aporta la misma tasa de purificación de NO_x .
- La figura 14 es una vista que muestra una relación entre una amplitud ΔH de una concentración de hidrocarburos y una tasa de purificación de NO_x .
- 45 La figura 15 es una vista que muestra una relación de un periodo de vibración ΔT de una concentración de hidrocarburos y una tasa de purificación de NO_x .
- Las figuras 16A y 16B son vistas que muestran mapas de la cantidad de alimentación de hidrocarburos W, etc.
- 50 Las figuras 17A y 17B son vistas que muestran cambios en la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al catalizador de purificación de gases de escape, etc.
- La figura 18 es una vista que muestra los tiempos de inyección de combustible.
- 55 La figura 19 es una vista que muestra un mapa de una cantidad de alimentación de hidrocarburos WR.
- La figura 20 es una vista que muestra un mapa de una cantidad de alimentación de hidrocarburos WRA.
- 60 La figura 21 es un diagrama de tiempo para explicar el procesamiento de purificación de NO_x .
- Las figuras 22A y 22B son vistas que muestran una cantidad de inyección de hidrocarburos W y una relación aire-combustible (A/F)_{in} de los gases de escape.
- 65 Las figuras 23A y 23B son vistas que muestran una cantidad de inyección de hidrocarburos W y una relación aire-combustible (A/F)_{in} de los gases de escape.

La figura 24 es un diagrama de flujo para control de purificación de NO_x.

Descripción de realizaciones

5 La figura 1 es una vista general de un motor de combustión interna de tipo encendido por compresión.

Haciendo referencia a la figura 1, 1 indica un cuerpo de motor, 2 una cámara de combustión de cada cilindro, 3 un inyector de combustible controlado electrónicamente para inyectar combustible al interior de cada cámara 2 de combustión, 4 un colector de admisión y 5 un colector de escape. 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, mientras que una entrada del compresor 7a está conectada a través de un detector 8 de cantidad de aire de admisión a un purificador 9 de aire. Dentro del canal 6 de admisión está dispuesta una válvula 10 de mariposa accionada por un motor paso a paso. Además, alrededor 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. En la realización mostrada en la figura 1, el agua de enfriamiento de motor se guía al interior del dispositivo 11 de enfriamiento en el que el agua de enfriamiento de motor se usa para enfriar el aire de admisión.

Por otro lado, el colector 5 de escape está conectado a una entrada de una turbina 7b de escape del turbocompresor 7 de escape. La salida de la turbina 7b de escape está conectada a través de una tubería 12 de escape a una entrada del catalizador 13 de purificación de gases de escape, mientras que la salida del catalizador 13 de purificación de gases de escape está conectada a través de una tubería 14 de escape a un catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio para la adsorción del producto intermedio que contiene nitrógeno o NO_x que se expulsa desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Adicionalmente, una salida del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio está conectada a un catalizador 16 de reducción. Dentro de la tubería 12 de escape aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape, está dispuesta una válvula 17 de alimentación de hidrocarburos, para alimentar hidrocarburos compuestos por gasóleo u otro combustible usado como combustible para un motor de combustión interna de tipo encendido por compresión. En la realización mostrada en la figura 1, se usa gasóleo como hidrocarburo que se alimenta desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos. Obsérvese que, la presente invención también puede aplicarse a un motor de combustión interna de tipo encendido por chispa en el que el combustible se quema con una relación aire-combustible pobre. En este caso, desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos, se alimentan hidrocarburos compuestos por gasolina u otro combustible usado como combustible de un motor de combustión interna de tipo encendido por chispa.

Por otro lado, el colector 5 de escape y el colector 4 de admisión están conectados entre sí a través de un conducto 18 de recirculación de gases de escape (a continuación en el presente documento denominada "EGR"). Dentro del conducto 18 de EGR está dispuesta una válvula 18 de control de EGR controlada electrónicamente. Adicionalmente, alrededor del conducto 19 de EGR está dispuesto un dispositivo 20 de enfriamiento para enfriar el gas de EGR que fluye a través del interior del conducto 18 de EGR. En la realización mostrada en la figura 1, el agua de enfriamiento de motor se guía al interior del dispositivo 20 de enfriamiento en el que el agua de enfriamiento de motor se usa para enfriar el gas de EGR. Por otro lado, cada inyector 3 de combustible está conectado a través de un tubo 21 de alimentación de combustible a un conducto 22 común. Este conducto 22 común está conectado a través de una bomba 23 de combustible de descarga variable controlada electrónicamente a un tanque 24 de combustible. El combustible que está almacenado dentro del tanque 24 de combustible se alimenta mediante la bomba 23 de combustible al interior del conducto 22 común. El combustible que se alimenta al interior del conducto 22 común se alimenta a través de cada tubo 21 de alimentación de combustible al inyector 3 de combustible.

Una unidad 30 de control electrónica está compuesta por un ordenador digital dotado de una ROM (memoria de sólo lectura) 32, una RAM (memoria de acceso aleatorio) 33, una CPU (microprocesador) 34, un puerto 35 de entrada y un puerto 36 de salida, que están conectados entre sí mediante un bus 31 bidireccional. Aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape dentro de la tubería 14 de escape, está dispuesto un sensor 25 de concentración de NO_x para detectar una concentración de NO_x en los gases de escape que fluyen al exterior del catalizador 13 de purificación de gases de escape y un sensor 26 de temperatura para detectar una temperatura de gases de escape. Las señales de salida de este sensor 25 de concentración de NO_x, sensor 26 de temperatura y detector 8 de cantidad de aire de admisión se introducen respectivamente a través de correspondientes convertidores 37 AD al puerto 35 de entrada. Adicionalmente, un pedal 40 del acelerador tiene un sensor 41 de carga conectado al mismo que genera una tensión de salida proporcional a la cantidad de depresión L del pedal 40 del acelerador. La tensión de salida del sensor 41 de carga se introduce a través de un correspondiente convertidor 37 AD al puerto 35 de entrada. Además, en el puerto 35 de entrada está conectado un sensor 42 del ángulo del cigüeñal que genera un impulso de salida cada vez que un árbol de cigüeñal rota, por ejemplo, 15°. Por otro lado, el puerto 36 de salida está conectado a través de correspondientes circuitos 38 de accionamiento a cada inyector 3 de combustible, motor paso a paso para accionar la válvula 10 de mariposa, válvula 17 de alimentación de hidrocarburos, válvula 19 de control de EGR y bomba 23 de combustible.

La figura 2 muestra esquemáticamente un sustrato del catalizador 13 de purificación de gases de escape que porta

una parte superficial de un soporte de catalizador. En este catalizador 13 de purificación de gases de escape, tal como se muestra en la figura 2, por ejemplo, se proporciona un soporte 50 de catalizador hecho de alúmina sobre el que se portan catalizadores 51 y 52 de metales preciosos. Además, sobre este 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 u otra tierra rara de este tipo y plata Ag, cobre Cu, hierro Fe, iridio Ir u otro metal que pueda donar electrones al NO_x . Los gases de escape fluyen a lo largo de la parte superior 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 y 52 de metales preciosos. Adicionalmente, la superficie de la capa 53 básica presenta basicidad, así que la superficie de la capa 53 básica se denomina parte 54 superficial de flujo de gases de escape básica.

Por otro lado, en la figura 2, el catalizador 51 de metales preciosos está compuesto por platino Pt, mientras que el catalizador 52 de metales preciosos está compuesto por rodio Rh. Es decir, los catalizadores 51 y 52 de metales preciosos que porta el soporte 50 de catalizador están compuestos por platino Pt y rodio Rh. Obsérvese que, sobre el soporte 50 de catalizador del catalizador 13 de purificación de gases de escape, además de platino Pt y rodio Rh, adicionalmente puede portarse paladio Pd o, en lugar de rodio Rh, puede portarse paladio Pd. Es decir, los catalizadores 51 y 52 de metales preciosos que porta 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 17 de alimentación de hidrocarburos al interior de los gases de escape, los hidrocarburos se reforman mediante el catalizador 13 de purificación de gases de escape. En la presente invención, en este momento, los hidrocarburos reformados 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 realizada 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 17 de alimentación de hidrocarburos pasan a ser hidrocarburos HC con radicales con un pequeño número de carbonos por el catalizador 51.

Obsérvese que, incluso si se inyecta combustible, es decir, hidrocarburos, desde el inyector 3 de combustible al interior de la cámara 2 de combustión durante la última mitad de la carrera de expansión o durante la carrera de escape, los hidrocarburos se reforman en el interior de la cámara 2 de combustión o en el catalizador 13 de purificación de gases de escape, y el NO_x que está contenido en los gases de escape se elimina mediante los hidrocarburos reformados en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, en la presente invención, en lugar de alimentar hidrocarburos desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos al interior de un conducto de escape del motor, también es posible alimentar hidrocarburos al interior de la cámara 2 de combustión durante la última mitad de la carrera de expansión o durante la carrera de escape. De este modo, en la presente invención, es posible alimentar hidrocarburos al interior de la cámara 2 de combustión, aunque a continuación la presente invención se explica tomando como ejemplo el caso de inyectar hidrocarburos desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos al interior del conducto de escape del motor.

La figura 4 muestra los tiempos de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos y los cambios 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, los cambios en la relación aire-combustible (A/F)_{in} dependen del cambio en la concentración de los hidrocarburos en los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape, de modo que puede decirse que el cambio en la relación aire-combustible (A/F)_{in} mostrado en la figura 4 expresa el cambio en la concentración de los 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 hacia el lado rico está la relación aire-combustible (A/F)_{in}, más alta es la concentración de hidrocarburos.

La figura 5 muestra la tasa de purificación de NO_x por el catalizador 13 de purificación de gases de escape con respecto a las temperaturas de catalizador del catalizador 13 de purificación de gases de escape cuando se hace cambiar periódicamente la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape para, tal como se muestra en la figura 4, hacer que cambie la relación aire-combustible (A/F)_{in} de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape. Los inventores se dedicaron a la investigación en relación a la purificación de NO_x durante mucho tiempo. En el proceso de 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 purificación de NO_x extremadamente alta incluso en una región de alta temperatura de 400°C o superior.

Además, en este momento, una gran cantidad de producto intermedio reductor que contiene nitrógeno e hidrocarburos continúa estando retenida o adsorbida sobre la superficie de la capa 53 básica, es decir, sobre la parte 54 superficial de flujo de gases de escape básica del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Se aprendió que, este producto intermedio reductor desempeña un papel central en la obtención de una alta tasa de purificación de NO_x . A continuación, esto se explicará con referencia a las figuras 6A y 6B. Obsérvese que estas figuras 6A y 6B muestran esquemáticamente la parte superficial del portador 50 de catalizador del catalizador 13 de

purificación de gases de escape. Estas figuras 6A y 6B muestran la reacción que se presupone que se produce cuando 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.

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 hidrocarburos desde la válvula 17 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 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 pasan normalmente a un estado de exceso de oxígeno. Por tanto, el NO que está contenido en los gases de escape, tal como se muestra en la figura 6A, se oxida sobre el platino 51 y pasa a ser NO₂. A continuación, este NO₂ se oxida adicionalmente y pasa a ser NO₃. Una parte adicional del NO₂ pasa a ser NO₂⁻. En este caso, la cantidad de producción de NO₃ es mucho mayor que la cantidad de producción de NO₂⁻. Por tanto, se producen una gran cantidad de NO₃ y una pequeña cantidad de NO₂⁻ sobre el platino Pt 51. Estos NO₃ y NO₂⁻ presentan una fuerte actividad. A continuación, estos NO₃ y NO₂⁻ se denominarán NO_x^{*} activo.

Por otro lado, si se alimentan hidrocarburos desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos, tal como se muestra en la figura 3, los hidrocarburos se reforman y pasan a estar radicalizados dentro del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Como resultado, 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 producirse el NO_x^{*} activo, si el estado de una alta concentración de oxígeno alrededor del NO_x^{*} activo continúa durante un tiempo predeterminado o más, el NO_x^{*} activo se oxida y se absorbe en la capa 53 básica en forma de iones nitrato NO₃⁻. Sin embargo, si la concentración de hidrocarburos alrededor del NO_x^{*} activo se hace más alta antes de que pase este tiempo predeterminado, tal como se muestra en la figura 6B, el NO_x^{*} activo reacciona sobre el platino 51 con los hidrocarburos HC con radicales mediante lo cual se produce un producto intermedio reductor. Este producto intermedio reductor se adhiere o adsorbe sobre la superficie de la capa 53 básica.

Obsérvese que, en este momento, se considera que el primer producto intermedio reductor producido es un nitrocompuesto R-NO₂. Si se produce este nitrocompuesto R-NO₂, el resultado pasa a ser un compuesto de nitrilo R-CN, pero este compuesto de nitrilo R-CN sólo puede sobrevivir durante un instante en este estado, así que inmediatamente pasa a ser un compuesto de isocianato R-NCO. Este compuesto de isocianato R-NCO, si se hidroliza, pasa a ser un compuesto de amina R-NH₂. Sin embargo, en este caso, lo que se hidroliza se considera parte del compuesto de isocianato R-NCO. Por tanto, tal como se muestra en la figura 6B, se cree que la mayoría del producto intermedio reductor que se retiene o se adsorbe sobre la superficie de la capa 53 básica es el compuesto de isocianato R-NCO y el compuesto de amina R-NH₂.

Por otro lado, tal como se muestra en la figura 6B, si el producto intermedio reductor producido está rodeado por los hidrocarburos HC, el producto intermedio reductor se bloquea por los hidrocarburos HC y la reacción no continuará. En este caso, si la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape se reduce y de ese modo la concentración de oxígeno pasa a ser más alta, los hidrocarburos alrededor del producto intermedio reductor se oxidarán. Como resultado, tal como se muestra en la figura 6A, el producto intermedio reductor y el NO_x^{*} activo reaccionan. En este momento, el NO_x^{*} activo reacciona con el producto intermedio reductor R-NCO o R-NH₂ para pasar a ser N₂, CO₂ y H₂O y por tanto se elimina el NO_x.

De este modo, en el catalizador 13 de purificación de gases de escape, al hacer más alta la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape, se produce un producto intermedio reductor. Se hace más baja la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape y se aumenta la concentración de oxígeno, de modo que el NO_x^{*} activo reacciona con el producto intermedio reductor y se elimina el NO_x. Es decir, para que el catalizador 13 de purificación de gases de escape elimine el NO_x, la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape ha de cambiarse periódicamente.

Obviamente, en este caso, es necesario aumentar la concentración de hidrocarburos hasta una concentración suficientemente alta para producir el producto intermedio reductor y es necesario reducir la concentración de hidrocarburos hasta una concentración suficientemente baja para hacer que el producto intermedio reductor producido reaccione con el NO_x^{*} activo. 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 una cantidad suficiente de producto intermedio reductor R-NCO o R-NH₂ sobre la capa 53 básica, es decir, la parte 24 de superficie de flujo de gases de escape básica, hasta que el producto intermedio reductor producido reacciona con el NO_x^{*} activo. Por este motivo, se proporciona la parte 24 de superficie de flujo de gases de escape básica.

Por otro lado, si se prolonga el periodo de alimentación de los hidrocarburos, el tiempo en el que la concentración de oxígeno se hace más alta pasa a ser más largo en el periodo después de alimentarse los hidrocarburos hasta que se alimentan de nuevo los hidrocarburos. Por tanto, el NO_x^* activo se absorbe en la capa 53 básica en forma de nitratos sin producir un producto intermedio reductor. 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 contenido en los gases de escape y los hidrocarburos reformados reaccione y produzca el producto intermedio reductor R-NCO o R-NH₂ que contiene nitrógeno e hidrocarburos, la superficie de flujo de gases de escape del catalizador 13 de purificación de gases de escape porta catalizadores 51 y 52 de metales preciosos. Para retener el producto intermedio reductor producido R-NCO o R-NH₂, dentro del catalizador 13 de purificación de gases de escape, una parte 54 de superficie de flujo de gases de escape básica está formada alrededor de los catalizadores 51 y 52 de metales preciosos. El NO_x se reduce mediante la acción de reducción del producto intermedio reductor R-NCO o R-NH₂ retenido sobre la parte 54 de superficie de flujo de gases de escape básica, y se hace que el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos sea el periodo de vibración requerido para continuar la producción del producto intermedio reductor R-NCO o RNH₂. A este respecto, en el ejemplo mostrado en la figura 4, se hace que el intervalo de inyección sea de 3 segundos.

Si el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos, es decir, el periodo de alimentación de los hidrocarburos HC, se hace más largo que el anterior intervalo predeterminado de periodo, el producto intermedio reductor R-NCO o R-NH₂ desaparece de la superficie de la capa 53 básica. En este momento, el NO_x^* activo que se produce sobre el platino Pt 53, tal como se muestra en la figura 7A, difunde en la capa 53 básica en forma de iones nitrato NO_3^- y pasa a ser nitratos. Es decir, en este momento, el NO_x en los gases de escape se absorbe en forma de nitratos dentro de la capa 53 básica.

Por otro lado, la figura 7B muestra el caso en el que se hace que la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape sea la relación aire-combustible estequiométrica o rica cuando el NO_x se absorbe en forma de nitratos dentro de la capa 53 básica. En este caso, la concentración de oxígeno en los gases de escape disminuye, así que la reacción avanza en el sentido opuesto ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$) y por consiguiente los nitratos absorbidos en la capa 53 básica pasan a ser de manera gradual iones nitrato NO_3^- y, como se muestra en la figura 7B, se liberan de la capa 53 básica en forma de NO_2 . A continuación, el NO_2 liberado se reduce mediante los hidrocarburos HC y CO contenidos en los gases de escape.

La figura 8 muestra el caso de hacer rica temporalmente 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 ser saturada. Obsérvese que, en el ejemplo mostrado en la figura 8, el intervalo de tiempo de este control por riqueza es de 1 minuto o más. En este caso, el NO_x que se absorbió 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 cuando la relación aire-combustible (A/F)_{in} de los gases de escape se hace rica temporalmente. Por tanto, en este caso, la capa 53 básica desempeña el papel de un absorbedor para absorber temporalmente 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 la relación del aire y el combustible (hidrocarburos) que se suministran 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 se denomina relación aire-combustible de los gases de escape, el catalizador 13 de purificación de gases de escape funciona como 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 purificación de NO_x cuando se hace que el catalizador 13 de purificación de gases de escape funcione como catalizador de almacenamiento de NO_x de este modo. Obsérvese que el eje de abscisas de la figura 9 muestra la temperatura de catalizador TC del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Cuando se hace que el catalizador 13 de purificación de gases de escape funcione como catalizador de almacenamiento de NO_x , 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 purificación de NO_x extremadamente alta, pero cuando la temperatura de catalizador TC pasa a ser de 400°C o una temperatura más alta, la tasa de purificación de NO_x disminuye.

De esta manera, cuando la temperatura de catalizador TC pasa a ser de 400°C o más, la tasa de purificación de NO_x disminuye 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 NO_2 desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Es decir, siempre que se almacene NO_x en forma de nitratos, cuando la temperatura de catalizador TC es alta, es difícil obtener una alta tasa de purificación de NO_x . Sin embargo, en el nuevo método de purificación de NO_x mostrado de la figura 4 a

las figuras 6A y 6B, tal como se entenderá a partir de las figuras 6A y 6B, no se forman nitratos o incluso si se forman, su cantidad es extremadamente pequeña, por consiguiente, como se muestra en la figura 5, incluso cuando la temperatura de catalizador TC es alta, se obtiene una alta tasa de purificación de NO_x .

5 Por tanto, en la presente invención, un catalizador 13 de purificación de gases de escape para hacer reaccionar el NO_x contenido en los gases de escape e hidrocarburos reformados está dispuesto en el conducto de escape del motor, la superficie de flujo de gases de escape del catalizador 13 de purificación de gases de escape porta un catalizador 51, 52 de metales preciosos, y una parte 54 de superficie de flujo de gases de escape básica está formada alrededor de los catalizadores 51 y 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 del NO_x que está contenido en los gases de escape si el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos se hace que sea más largo que el intervalo predeterminado, y en el momento del funcionamiento del motor, la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape se hace vibrar dentro del intervalo predeterminado de amplitud y dentro del intervalo predeterminado de periodo, para reducir de ese modo el NO_x que está contenido en los gases de escape en el catalizador 13 de purificación de gases de escape.

20 Es decir, puede decirse que el método de purificación de NO_x que se muestra de la figura 4 a las figuras 6A y 6B es un nuevo método de purificación de NO_x diseñado para eliminar NO_x sin formar casi ningún nitrato en caso de usar un catalizador de purificación de gases de escape que porta un catalizador de metales preciosos y forma una capa básica que puede absorber NO_x . En realidad, cuando se usa este nuevo método de purificación de NO_x , la cantidad de nitratos que se detecta de la capa 53 básica pasa a ser mucho más pequeña en comparación con el caso en el que 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 purificación de NO_x se denominará a continuación como el primer método de purificación de NO_x .

30 A continuación, haciendo referencia a de la figura 10 a la figura 15, se explicará un poco más en detalle este primer método de purificación de NO_x .

La figura 10 muestra ampliado el cambio en la relación aire-combustible (A/F)_{in} mostrada en la figura 4. 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 de este catalizador 13 de purificación de gases de escape muestra simultáneamente el cambio en la concentración de los 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 la concentración de 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 los hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

40 Además, en la figura 10, (A/F)_b muestra la relación aire-combustible base que muestra la relación aire-combustible del gas de combustión para generar la salida de motor. En otras palabras, esta relación aire-combustible base (A/F)_b muestra 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} usado para producir el producto intermedio reductor sin que el NO_x^* activo producido se almacene en forma de nitratos dentro de la capa 53 básica en absoluto. Para hacer que el NO_x^* activo y los hidrocarburos reformados reaccionen para producir un producto intermedio reductor, debe hacerse que la relación aire-combustible (A/F)_{in} sea inferior a este límite superior X de la relación aire-combustible.

50 En otras palabras, en la figura 10, X muestra el límite inferior de la concentración de hidrocarburos requerida para hacer que el NO_x^* activo y el hidrocarburo reformado reaccionen para producir un producto intermedio reductor. Para producir el producto intermedio reductor, la concentración de hidrocarburos ha de hacerse superior a este límite inferior X. En este caso, se determina si se produce el producto intermedio reductor por la relación de la concentración de oxígeno y la concentración de hidrocarburo alrededor del NO_x^* activo, es decir, la relación aire-combustible (A/F)_{in}. El límite superior X de la relación aire-combustible requerida para producir el producto intermedio reductor se denominará a continuación la relación aire-combustible mínima demandada.

60 En el ejemplo mostrado en la figura 10, la relación aire-combustible mínima demandada X pasa a ser rica, por tanto, en este caso, para formar el producto intermedio reductor, la relación aire-combustible (A/F)_{in} se hace instantáneamente la relación aire-combustible mínima demandada X o menos, es decir, es rica. En contraposición a esto, en el ejemplo mostrado 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 al tiempo que se reduce periódicamente la relación aire-combustible (A/F)_{in} para formar el producto intermedio reductor.

65 En este caso, si la relación aire-combustible mínima demandada X pasa a ser rica o pasa a ser 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 portada del metal 51 precioso y pasa a ser más fuerte en fuerza de oxidación si se refuerza la acidez. Por tanto, la fuerza de oxidación del catalizador 13 de purificación de gases de escape cambia debido a la cantidad portada del metal 51 precioso o la fuerza de la acidez.

5 Ahora, si 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 disminuye periódicamente la relación aire-combustible (A/F)_{in}, los hidrocarburos acaban oxidándose por completo cuando se reduce la relación aire-combustible (A/F)_{in}. Como resultado, el producto intermedio reductor ya no puede producirse.
10 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 la relación aire-combustible (A/F)_{in} periódicamente rica, cuando la relación aire-combustible (A/F)_{in} se hace rica, los hidrocarburos se oxidarán parcialmente, sin oxidarse por completo, es decir, los hidrocarburos se reformarán, por consiguiente se producirá el producto intermedio reductor. 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 ha de 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 disminuye periódicamente la relación aire-combustible (A/F)_{in}, los hidrocarburos se oxidarán parcialmente sin oxidarse por completo, es decir, los hidrocarburos se reformarán y por consiguiente se producirá el producto intermedio reductor. En contraposición a esto, 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 10, si se hace la relación aire-combustible (A/F)_{in} periódicamente rica, se escapará una gran cantidad de hidrocarburos del catalizador 13 de purificación de gases de escape sin oxidarse y por consiguiente la cantidad de hidrocarburos que se desperdicia aumentará. 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 tiene que hacerse pobre.

Es decir, se aprende que la relación aire-combustible mínima demandada X, tal como se muestra en la figura 12, tiene que reducirse cuanto más grande es la fuerza de oxidación del catalizador 13 de purificación de gases de escape. De este modo la relación aire-combustible mínima demandada X pasa a ser pobre o rica debido a la fuerza de oxidación del catalizador 13 de purificación de gases de escape. A continuación, tomando como ejemplo el caso en el que la relación aire-combustible mínima demandada X es rica, se explicará la amplitud del cambio en la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape y el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

Ahora, si la relación aire-combustible base (A/F)_b pasa a ser más grande, es decir, si la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de que se alimenten los hidrocarburos pasa a ser más alta, la cantidad de alimentación de hidrocarburos requerida para hacer la relación aire-combustible (A/F)_{in} la relación aire-combustible mínima demandada X o menos aumenta y junto con esto también aumenta el exceso de cantidad de hidrocarburos que no contribuyeron a la producción del producto intermedio reductor. En este caso, para eliminar bien el NO_x, tal como se explicó anteriormente, es necesario hacer que el exceso de hidrocarburos se oxide. Por tanto, para eliminar el NO_x bien, cuanto mayor es la cantidad de exceso de hidrocarburos, mayor es la cantidad de oxígeno que se requiere.

45 En este caso, si se aumenta la concentración de oxígeno en los gases de escape, puede aumentarse la cantidad de oxígeno. Por tanto, para eliminar el NO_x bien, cuando la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de que se alimenten los hidrocarburos es alta, es necesario aumentar la concentración de oxígeno en los gases de escape después de alimentar los hidrocarburos. Es decir, cuanto mayor 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 purificación de NO_x. Para obtener la misma tasa de purificación de NO_x, a partir de la figura 13, se aprende que cuanto mayor es la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de que se alimenten los hidrocarburos, mayor ha de hacerse la amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos. Es decir, para obtener la misma tasa de purificación de NO_x, cuanto mayor es la relación aire-combustible base (A/E)_b, mayor ha de hacerse la amplitud ΔT de la concentración de hidrocarburos. En otras palabras, para eliminar el NO_x bien, cuanto menor es la relación aire-combustible base (A/F)_b, más puede reducirse la amplitud ΔT de la concentración de hidrocarburos.

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

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 aproximadamente, se obtiene una excelente tasa de purificación de NO_x . Por tanto, en la presente invención, el intervalo predeterminado de la amplitud de la concentración de hidrocarburos se hace de 200 ppm a 10000 ppm.

Además, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos se hace más largo, la concentración de oxígeno alrededor del NO_x^* activo se hace más alta en el tiempo desde después de alimentarse los hidrocarburos hasta cuando los hidrocarburos se alimentan de nuevo. En este caso, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos se hace más largo de aproximadamente 5 segundos, la mayoría del NO_x^* activo empieza a absorberse en forma de nitratos dentro de la capa 53 básica. Por tanto, tal como se muestra en la figura 15, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos se hace más largo de aproximadamente 5 segundos, la tasa de purificación de NO_x cae. 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 se hace de aproximadamente 0,3 segundos o menos, los hidrocarburos alimentados empiezan 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 purificación de NO_x disminuye. Por tanto, en la presente invención, el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos se hace de desde 0,3 segundos hasta 5 segundos.

Ahora, en la presente invención, cambiando la cantidad de inyección de hidrocarburos y los tiempos de inyección desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos, se controlan la amplitud ΔH y el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos a los valores óptimos según el estado de funcionamiento del motor. En este caso, en esta realización de la presente invención, la cantidad de alimentación de hidrocarburos W que puede proporcionar la amplitud óptima ΔH de la concentración de hidrocarburos se almacena como función de la cantidad de inyección Q desde el inyector 3 de combustible y la velocidad del motor N en forma de un mapa tal como se muestra en la figura 16A por adelantado en la ROM 32. Además, la amplitud de vibración óptima ΔT de la concentración de hidrocarburos, es decir, el periodo de inyección ΔT de los hidrocarburos, se almacena de manera similar como función de la cantidad de inyección Q y la velocidad del motor N en forma de mapa tal como se muestra en la figura 16B por adelantado en la ROM 32.

A continuación, haciendo referencia a de la figura 17A a la figura 19, se explicará en detalle un método de purificación de NO_x en el caso en el que se hace que el catalizador 13 de purificación de gases de escape funcione como catalizador de almacenamiento de NO_x . El método de purificación de NO_x en el caso en el que se hace que el catalizador 13 de purificación de gases de escape funcione como un catalizador de almacenamiento de NO_x de este modo se denominará a continuación como el segundo método de purificación de NO_x .

En este segundo método de purificación de NO_x , tal como se muestra en la figura 17A, cuando la cantidad de NO_x almacenado de NO_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 rica temporalmente. Si la relación aire-combustible $(A/F)_{in}$ de los gases de escape se hace rica, el NO_x que estaba almacenado en la capa 53 básica cuando la relación aire-combustible $(A/F)_{in}$ de los gases de escape era pobre se libera de la capa 53 básica todo de una vez y se reduce. Debido a esto, se elimina el NO_x .

Esta cantidad de NO_x almacenado, por ejemplo, se calcula a partir de la cantidad de NO_x que se expulsa desde el motor. En esta realización según la presente invención, la cantidad de NO_x expulsado NOXA de NO_x que se expulsa del motor por unidad de tiempo se almacena como función de la cantidad de inyección Q y la velocidad del motor N en forma de un mapa tal como se muestra en la figura 17B por adelantado en la ROM 32. La cantidad de NO_x almacenado se calcula a partir de esta cantidad de NO_x expulsado NOXA. En este caso, tal como se explicó anteriormente, el periodo en el cual la relación aire-combustible $(A/F)_{in}$ de los gases de escape se hace rica es de habitualmente 1 minuto o más.

En este segundo método de purificación de NO_x , tal como se muestra en la figura 18, el inyector 3 de combustible inyecta combustible adicional WR al interior de la cámara 2 de combustión además del combustible para uso de combustión Q de modo que 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 18, la abscisa indica el ángulo del cigüeñal. Este combustible adicional WR se inyecta en un momento en el que se quemará, pero no aparecerá como salida del motor, es decir, ligeramente antes de ATDC90° después del centro de punto muerto de compresión. Esta cantidad de combustible WR se almacena como función de la cantidad de inyección Q y la velocidad del motor N en forma de un mapa tal como se muestra en la figura 19 por adelantado en la ROM 32. Evidentemente, en este caso, también es posible aumentar la cantidad de alimentación de hidrocarburos procedente de la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos para hacer rica la relación aire-combustible $(A/F)_{in}$ de los gases

de escape.

A este respecto, para usar el primer método de purificación de NO_x para eliminar NO_x , incluso cuando la concentración de NO_x en los gases de escape es baja, ha de alimentarse al menos una determinada cantidad de hidrocarburos en un corto periodo. Por tanto, cuando la concentración de NO_x de los gases de escape es baja, la eficiencia de purificación de NO_x pasa a ser mala. En contraposición a esto, en el segundo método de purificación de NO_x , cuando la concentración de NO_x en los gases de escape es baja, el tiempo hasta que la cantidad de NO_x almacenado alcanza el valor permisible MAX pasa a ser más largo, de modo que el periodo para hacer rica la relación aire-combustible (A/F)in de los gases de escape pasa a ser también más largo y, por consiguiente, la eficiencia de purificación de NO_x no se hace particularmente peor. Por tanto, cuando la concentración de NO_x en los gases de escape es baja, puede decirse que es preferible el uso del segundo método de purificación de NO_x en lugar del primer método de purificación de NO_x . Es decir, cuál del primer método de purificación de NO_x y el segundo método de purificación de NO_x debe usarse cambia en el estado de funcionamiento del motor.

Ahora, tal como se explicó anteriormente, cuando se usa el primer método de purificación de NO_x para la acción de purificación de NO_x , tal como se muestra en la figura 6A, el producto intermedio reductor R-NCO o R-NH₂ reacciona con el NO_x^* activo para formar N_2 , CO_2 , y H_2O . Sin embargo, en la práctica, no todo el producto intermedio reductor reacciona con el NO_x^* activo para formar N_2 , CO_2 , y H_2O . Parte del producto intermedio reductor se expulsa tal como está o en forma de un producto intermedio que contiene nitrógeno derivado de ese producto intermedio reductor procedente del catalizador 13 de purificación de gases de escape. En esta realización según la presente invención, en este momento, el producto intermedio que contiene nitrógeno principal que se expulsa desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape es la hidroxilamina NH_2OH .

A este respecto, si el producto intermedio que se expulsa desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape cambia a NO_x en la fase gaseosa, y si está dispuesto un catalizador que tiene una función de oxidación aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape, el producto intermedio que contiene nitrógeno que se expulsa desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape cambia a NO_x en este catalizador. Además, incluso cuando el producto intermedio reductor se expulsa tal como es desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape, este producto intermedio reductor cambia a NO_x en la fase gaseosa o en el catalizador. Como resultado, la tasa de purificación de NO_x termina cayendo.

Es decir, en el sistema de purificación de gases de escape, en el momento del funcionamiento del motor, para reducir el NO_x que está contenido en los gases de escape en el catalizador 13 de purificación de 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 del intervalo predeterminado de amplitud ΔH y dentro del intervalo predeterminado de periodo ΔT , el producto intermedio que contiene nitrógeno que se produce en el proceso de reducción de NO_x se expulsa del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, en la presente invención, se proporciona un catalizador de adsorción de NO_x de producto intermedio para la adsorción del producto intermedio que contiene nitrógeno o NO_x expulsado en este momento, tal como se muestra en la figura 1, aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape en el interior del conducto de escape del motor.

En este catalizador 15 de adsorción de NO_x /producto intermedio, su portador de catalizador porta un metal con una fuerza de oxidación menor que un metal precioso. En esta realización según la presente invención, el portador de catalizador del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio está compuesto por alúmina o zeolita, mientras que el metal que se porta sobre este portador de catalizador está compuesto por al menos un metal de transición seleccionado de plata Ag, sobre Cu, hierro Fe, vanadio V, molibdeno Mo, cobalto Co, níquel Ni y manganeso Mn.

Este catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio adsorbe el producto intermedio que contiene nitrógeno o NO_x cuando la temperatura de catalizador es baja. Se provoca la desorción del producto intermedio que contiene nitrógeno o NO_x adsorbido del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio cuando la temperatura de catalizador pasa a ser una temperatura de inicio de desorción de más o menos 400°C o más.

A este respecto, en la realización mostrada en la figura 1, el catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio está dispuesto bajo el suelo de un vehículo lejos del cuerpo 1 de motor. Por tanto, la temperatura de este catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio se mantiene normalmente a una baja temperatura. Por tanto, el producto intermedio que contiene nitrógeno o NO_x que se expulsa del catalizador 13 de purificación de gases de escape se adsorbe normalmente en el catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio, por tanto el producto intermedio que contiene nitrógeno y NO_x nunca se expulsan a la atmósfera.

Sin embargo, hay un límite a la capacidad de adsorción del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio. Por tanto, antes de que la capacidad de adsorción del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio alcance ese límite, es necesario hacer que se provoque la desorción del producto intermedio que contiene nitrógeno o NO_x adsorbido del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio. En este caso, si se hace aumentar la temperatura del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio, puede provocarse la desorción del producto intermedio que contiene nitrógeno o NO_x del catalizador 15 de adsorción de NO_x de

producto intermedio.

Por otro lado, la mayoría de los hidrocarburos que se alimentan desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos se usa para consumir el oxígeno en los gases de escape. Es decir, la mayoría de los hidrocarburos que se alimentan desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos se oxidan en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, el calor de reacción de oxidación de los hidrocarburos se usa para hacer que aumente la temperatura de gases de escape, mientras esta acción de aumento de la temperatura de gases de escape se usa para hacer que aumente la temperatura del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio.

De este modo, si se alimentan los hidrocarburos desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos, la temperatura del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio aumenta. Es decir, mediante la alimentación de hidrocarburos desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos, es posible hacer que aumente la temperatura del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio. En este caso, en este momento, es preferible usar los hidrocarburos alimentados para eliminar el NO_x que está contenido en los gases de escape en el catalizador 13 de purificación de gases de escape.

Por tanto, en la presente invención, cuando se provoca la desorción del producto intermedio que contiene nitrógeno o NO_x que está adsorbido en el catalizador 15 de adsorción de NO_x /producto intermedio, la temperatura del catalizador 15 de adsorción de NO_x /producto intermedio se aumenta mediante el calor de reacción de oxidación de los hidrocarburos mientras que se 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.

A continuación, el procesamiento de purificación de NO_x en su totalidad se explicará a la vez que se hace referencia a la figura 21 que muestra una realización del control de elevación de temperatura de este catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio. Esta figura 21 muestra la cantidad de alimentación de hidrocarburos W desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos, la cantidad de inyección WRA de combustible adicional desde el inyector 3 de combustible, el cambio en la concentración de NO_x VD que muestra la concentración de producto intermedio que contiene nitrógeno y NO_x expulsados desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape, el cambio en la cantidad de adsorción ΣNOX del producto intermedio que contiene nitrógeno y NO_x que se adsorben en el catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio, y el cambio de la temperatura de catalizador TC del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio. Obsérvese que, esta figura 21 muestra el caso en el que el primer método de purificación de NO_x se usa para realizar la acción de purificación de NO_x .

Ahora, el producto intermedio que contiene nitrógeno que se expulsa desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape se detecta como NO_x mediante el sensor 25 de concentración de NO_x . Por tanto, la concentración de NO_x VD en la figura 21 muestra la concentración de NO_x que se detectó mediante este sensor 25 de concentración de NO_x . El producto $VD \cdot GA$ de esta concentración de NO_x VD y la cantidad de gases de escape por unidad de tiempo, es decir, la cantidad de aire de admisión GA por unidad de tiempo expresa la cantidad del producto intermedio que contiene nitrógeno y NO_x que se expulsan desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape por unidad de tiempo. La cantidad de adsorción ΣNOX de producto intermedio que contiene nitrógeno y NO_x al catalizador 15 de adsorción de NO_x /producto intermedio mostrada en la figura 21 se calcula añadiendo acumulativamente esta cantidad $VD \cdot GA$.

Por otro lado, en la cantidad de adsorción de NO_x ΣNOX de la figura 21, SX indica la cantidad de adsorción de NO_x admisible. En la temperatura de catalizador TC de la figura 21, la temperatura objetivo muestra la temperatura objetivo de aumento de temperatura del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio que es ligeramente mayor que la temperatura de inicio de desorción de más o menos 400°C . Tal como se muestra en la figura 21, cuando la temperatura de catalizador TC es baja, la cantidad de adsorción ΣNOX aumenta junto con el paso del tiempo. Antes de que la cantidad de adsorción ΣNOX alcance la cantidad de adsorción de NO_x admisible SX , se realiza la acción de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x .

Por otro lado, si la cantidad de adsorción ΣNOX supera la cantidad de adsorción de NO_x admisible SX , se inicia el control de elevación de temperatura del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio. En este momento, se realiza el control de elevación de temperatura mediante el aumento de la cantidad de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos. Si se inicia el control de elevación de temperatura, la temperatura de catalizador TC aumenta gradualmente.

A continuación, cuando se hace aumentar la temperatura de catalizador TC hasta la temperatura objetivo, para reducir el producto intermedio que contiene nitrógeno y NO_x que se desorben desde el catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio en el catalizador 16 de reducción, se realiza el control por riqueza que hace que la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape sea rica. En el ejemplo mostrado en la figura 21, este control por riqueza se realiza mediante la inyección de combustible adicional WRA desde el inyector 3 de combustible a la cámara 2 de combustión. Esta cantidad de

inyección WRA se almacena como función de la cantidad de inyección Q desde el inyector 3 de combustible y velocidad del motor N en forma de un mapa mostrado en la figura 20 por adelantado en la ROM 32.

5 Se continúa con este control por riqueza, por ejemplo, durante aproximadamente 10 segundos. En este momento, el NO_x que se expulsa desde el motor se reduce en el catalizador 13 de purificación de gases de escape o catalizador 16 de reducción, de modo que se detiene la acción de purificación de NO_x mediante la alimentación de hidrocarburos desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos. Cuando se termina el control por riqueza, se inicia de nuevo la acción de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x.

10 A continuación, haciendo referencia a las figuras 22A, 22B, 23A y 23B que muestran los cambios en la cantidad de inyección de hidrocarburos W desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos y 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 explicará un poco más en detalle el control de elevación de temperatura mostrado en la figura 21. Obsérvese que estas figuras 22A, 22B, 23A y 23B muestran la cantidad de inyección W y la relación aire-combustible (A/F)_{in} en el mismo estado de funcionamiento del motor.

15 La figura 22A muestra los cambios en la cantidad de inyección de hidrocarburos W y la relación aire-combustible (A/F)_{in} cuando se está usando la primera acción de purificación de NO_x para la acción de purificación de NO_x. Por otro lado, la figura 22B muestra los cambios en la cantidad de inyección de hidrocarburos W y la relación aire-combustible (A/F)_{in} cuando no se considera la eliminación de NO_x y se considera únicamente la elevación de temperatura. En el presente documento, se explicará el método de cálculo de la cantidad de alimentación de hidrocarburos requerida para la elevación de temperatura.

20 Es decir, la cantidad de alimentación WQ de hidrocarburos por unidad de tiempo requerida para hacer que aumente la temperatura de catalizador TC a la temperatura objetivo se expresa mediante la siguiente fórmula en la que "C" es una constante.

$$WQ = C \cdot (\text{temperatura objetivo} - \text{temperatura de gases de escape}) \cdot \text{tasa de flujo de gases de escape}$$

30 Es decir, la cantidad de calor generado por la reacción de oxidación de los hidrocarburos es proporcional a la cantidad de alimentación WQ de hidrocarburos por unidad de tiempo. La cantidad de calor generado requerido para hacer que aumente la temperatura de gases de escape a la temperatura objetivo es proporcional a la diferencia de temperatura entre la temperatura objetivo y la temperatura de gases de escape actual y es proporcional a la cantidad de flujo de los gases de escape. Por tanto, la cantidad de alimentación WQ de hidrocarburos por unidad de tiempo requerida para hacer que la temperatura de catalizador TC aumente hasta la temperatura objetivo se expresa mediante la fórmula anterior.

35 En este caso, como cantidad de flujo de los gases de escape, es posible usar la cantidad de aire de admisión GA detectada por el detector 8 de cantidad de aire de admisión. La temperatura de gases de escape puede detectarse por el sensor 26 de temperatura. Por tanto, la cantidad de alimentación WQ de hidrocarburos por unidad de tiempo puede calcularse a partir del valor de salida del detector 8 de cantidad de aire de admisión y el valor de salida del sensor 26 de temperatura. En este caso, existen innumerables combinaciones de la cantidad de inyección W y el periodo de inyección que satisfacen la cantidad de alimentación WQ calculada de hidrocarburos por unidad de tiempo.

40 La figura 22B muestra el caso de reducir la cantidad de inyección W y acortar el periodo de inyección a la vez que se satisface esta cantidad de alimentación WQ calculada. En este caso, la relación aire-combustible (A/F)_{in} de los gases de escape no disminuye hasta la relación aire-combustible mínima demandada X, por tanto, puede hacerse que la temperatura de catalizador TC aumente hasta la temperatura objetivo, pero no se realiza ninguna acción de purificación de NO_x en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Sin embargo, en este caso, es preferible determinar la cantidad de inyección W y el periodo de inyección de modo que se realiza la acción de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x.

45 Por tanto, en esta realización según la presente invención, cuando se hace que aumente la temperatura del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio, la cantidad de inyección W y el periodo de inyección se determinan basándose en la cantidad de alimentación WQ calculada de hidrocarburos por unidad de tiempo de modo que la temperatura de catalizador TC se aumenta hasta la temperatura objetivo a la vez que se realiza la acción de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x. Los cambios en la cantidad de inyección W y la relación aire-combustible (A/F)_{in} en este momento se muestran en la figura 23A.

50 Con respecto a esto, dicho de otro modo, en esta realización según la presente invención, la amplitud y el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos cuando se hace que aumente la temperatura del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio se determinan basándose en la cantidad de alimentación WQ de hidrocarburos por unidad de tiempo calculada dentro del intervalo predeterminado anterior en el que puede realizarse el primer método de purificación de NO_x. Expresando esto de manera más completa, en esta realización según la presente invención, la amplitud y el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos cuando se

hace que aumente la temperatura del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio se determinan dentro del intervalo predeterminado mencionado anteriormente basándose en la cantidad de hidrocarburos necesaria para hacer que la temperatura TC del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio aumente hasta la temperatura objetivo.

En la realización mostrada en la figura 23A, se hace que la cantidad de inyección W sea la misma que la cantidad de inyección W en el caso mostrado en la figura 22A, es decir, cuando está usándose el primer método de purificación de NO_x para la acción de purificación de NO_x, y el periodo de inyección se hace más corto que el caso mostrado en la figura 22A.

Por otro lado, por ejemplo, si, en el estado en el que está realizándose el segundo método de purificación de NO_x y una gran cantidad de NO_x se almacena en la capa 53 básica, el segundo método de purificación de NO_x se cambia a, en este momento, la tasa de purificación de NO_x en la que disminuirá enormemente el catalizador 13 de purificación de gases de escape.

Por tanto, en esta realización según la presente invención, cuando la tasa de purificación de NO_x RD por el catalizador 13 de purificación de gases de escape disminuye hasta una tasa de purificación admisible predeterminada RX o menor, tal como se muestra en la figura 23B, 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 muy rica temporalmente para liberar el NO_x que se almacena en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Debido a esto, en la acción de purificación de NO_x realizada posteriormente mediante el primer método de purificación de NO_x, se asegura una buena tasa de purificación de NO_x. Obsérvese que, en este caso, es posible inyectar combustible adicional WR al interior de la cámara 3 de combustión para hacer que la relación aire-combustible (A/F)_{in} de los gases de escape sea rica temporalmente.

Obsérvese que la tasa de purificación de NO_x RD puede encontrarse a partir de la cantidad de NO_x que fluye al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape por unidad de tiempo y la cantidad de NO_x que se expulsa desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape por unidad de tiempo. En este caso, para la cantidad de NO_x que fluye al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape por unidad de tiempo, puede usarse el valor NOXA del mapa mostrado en la figura 17B. La cantidad de NO_x que se expulsa desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape por unidad de tiempo, tal como se ha explicado anteriormente, puede encontrarse a partir del producto VD·GA de la concentración de NO_x VD detectada por el sensor 25 de concentración de NO_x y la cantidad de aire de admisión GA. Por tanto, a partir de estos valores NOXA y VD·GA, la tasa de purificación de NO_x RD $(=(NOXA-VD \cdot GA)/NOXA)$

A continuación, haciendo referencia a la figura 24, se explicará la rutina de control de purificación de NO_x. Obsérvese que la rutina mostrada en la figura 24 se ejecuta mediante la interrupción a intervalos constantes.

Haciendo referencia a la figura 24, en primer lugar, se determina si la tasa de purificación de NO_x RD $(=(NOXA-VD \cdot GA)/NOXA)$ por el catalizador 13 de purificación de gases de escape es menor que una tasa de purificación admisible predeterminada RX. Cuando la tasa de purificación de NO_x RD es mayor que la tasa de purificación admisible RX, la rutina continúa a la etapa 61 en la que se determina si está realizándose un control por riqueza en el control de elevación de temperatura. Si no está realizándose un control por riqueza, la rutina continúa a la etapa 62 en la que se determina si está realizándose un control de elevación de temperatura. Cuando no está realizándose un control de elevación de temperatura, la rutina continúa a la etapa 63 en la que, a partir de la concentración de NO_x VD detectada por el sensor 25 de concentración de NO_x y la cantidad de aire de admisión GA, se calcula la cantidad de adsorción de NO_x ΣNOX al catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio basándose en la siguiente fórmula.

$$\Sigma NOX \leftarrow \Sigma NOX + VD \cdot GA$$

A continuación, en la etapa 64, se determina si la cantidad de adsorción de NO_x ΣNOX supera la cantidad de adsorción de NO_x admisible SX. Cuando ΣNOX ≤ SX, la rutina continúa a la etapa 65 en la que la cantidad de inyección W y el periodo de inyección ΔT se calculan a partir de los mapas mostrados en la figura 16A y la figura 16B. Basándose en estos, se inyectan hidrocarburos desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos. En este momento, se realiza el procesamiento de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x.

En contraposición a esto, cuando se determina en la etapa 64 que ΣNOX > SX, la rutina continúa a la etapa 66 en la que se inicia el control de elevación de temperatura. Cuando se inicia el control de elevación de temperatura, en el siguiente ciclo de procesamiento, la rutina salta de la etapa 62 a la etapa 66. En la etapa 66, se determina si la temperatura TC del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio supera la temperatura objetivo. Cuando TC < temperatura objetivo, la rutina continúa a la etapa 67 en la que se usa la siguiente fórmula como base para calcular la cantidad de alimentación WQ de hidrocarburos por unidad de tiempo requerida para hacer que la temperatura de catalizador TC aumente hasta la temperatura objetivo.

$WQ = C \cdot (\text{temperatura objetivo} - \text{temperatura de gases de escape}) \cdot \text{tasa de flujo de gases de escape}$

A continuación, en la etapa 68, la cantidad de inyección W se calcula a partir del mapa mostrado en la figura 16A. A continuación, en la etapa 69, se usa esta cantidad de inyección W como base para calcular el periodo de inyección ΔT que satisface la cantidad de alimentación WG de hidrocarburos por unidad de tiempo. A continuación, en la etapa 70, se alimentan hidrocarburos desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos con la cantidad de inyección W y los tiempos de inyección ΔT . En este momento, la temperatura TC del catalizador 15 de adsorción de NO_x de producto intermedio se aumenta a la vez que se realiza la acción de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x .

A continuación, cuando se determina en la etapa 66 que $TC \geq \text{temperatura objetivo}$, la rutina continúa a la etapa 71 en la que se inicia el control por riqueza. Cuando se inicia el control por riqueza, en el siguiente ciclo de procesamiento, la rutina salta de la etapa 61 a la etapa 71. En la etapa 71, la cantidad de combustible adicional WRA se calcula a partir del mapa mostrado en la figura 20, a continuación, en la etapa 72, se inyecta combustible adicional desde el inyector 3 de combustible con la cantidad de combustible WRA durante un periodo de tiempo predeterminado.

Por otro lado, cuando se determina en la etapa 60 que la tasa de purificación de NO_x RD cae por debajo de la tasa de purificación admisible RX , la rutina continúa a la etapa 73 en la que la cantidad de combustible adicional WR se calcula a partir del mapa mostrado en la figura 19. A continuación, en la etapa 74, se inyecta combustible adicional desde un inyector 3 de combustible mediante la cantidad de combustible WR . Por supuesto, en este caso, en lugar de inyectar combustible adicional desde el inyector 3 de combustible, también es posible inyectar hidrocarburos desde la válvula 17 de alimentación de hidrocarburos para hacer que 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 sea rica.

Obsérvese que, como otra realización, en el conducto de escape del motor aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape, puede disponerse un catalizador de oxidación para reformar los hidrocarburos.

Lista de números de referencia

- 4 colector de admisión
- 5 colector de escape
- 7 turbocompresor de escape
- 12 tubería de escape
- 13 catalizador de purificación de gases de escape
- 15 catalizador de adsorción de NO_x de producto intermedio
- 17 válvula de alimentación de hidrocarburos

REIVINDICACIONES

1. Método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna en el que un catalizador (13) de purificación de gases de escape está dispuesto en el interior de un conducto de escape del motor para hacer reaccionar el NO_x contenido en los gases de escape e hidrocarburos reformados, una superficie de flujo de gases de escape del catalizador (13) de purificación de gases de escape porta un catalizador (51, 52) de metales preciosos y una parte (24, 54) de superficie de flujo de gases de escape básica está formada alrededor de los catalizadores (51, 52) de metales preciosos, reduciendo el catalizador (13) de purificación de gases de escape el NO_x que está contenido en los gases de escape si se hace vibrar una 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 aumentando en cuanto a 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 el intervalo predeterminado, en el momento de funcionamiento del motor, para reducir el NO_x que está contenido en los gases de escape 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 hace vibrar dentro de dicho intervalo predeterminado de amplitud y dentro de dicho intervalo predeterminado de periodo, un catalizador (15) de adsorción de NO_x de producto intermedio está dispuesto en el interior del conducto de escape del motor aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape para adsorber un producto intermedio que contiene nitrógeno o NO_x que se produce en un proceso de reducción de NO_x en este momento y se expulsa desde el catalizador (13) de purificación de gases de escape, y, cuando se produce la desorción del producto intermedio que contiene nitrógeno o NO_x que se adsorbe en el catalizador (15) de adsorción de NO_x de producto intermedio, se hace que aumente la temperatura del catalizador (15) de adsorción de NO_x de producto intermedio mediante un calor de reacción de oxidación de los hidrocarburos a la vez que se hace vibrar la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador (13) de purificación de gases de escape dentro de dicho intervalo predeterminado de amplitud y dentro de dicho intervalo predeterminado de periodo.
2. Método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que la amplitud y el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos cuando se hace que aumente la temperatura de dicho catalizador (15) de adsorción de NO_x de producto intermedio se determinan dentro de dichos intervalos predeterminados basándose en una cantidad de hidrocarburos requerida para hacer que una temperatura del catalizador (15) de adsorción de NO_x de producto intermedio aumente hasta una temperatura objetivo.
3. Método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 2, en el que se calcula una cantidad de alimentación de hidrocarburos por unidad de tiempo requerida para hacer que la temperatura de dicho catalizador (15) de adsorción de NO_x de producto intermedio aumente hasta la temperatura objetivo y se determinan la amplitud y el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos cuando se hace que aumente la temperatura de dicho catalizador (15) de adsorción de NO_x de producto intermedio dentro de dichos intervalos predeterminados basándose en una cantidad calculada de alimentación de hidrocarburos por unidad de tiempo.
4. Método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que un catalizador (16) de reducción está dispuesto en el interior del conducto de escape del motor aguas abajo de dicho catalizador (15) de adsorción de NO_x de producto intermedio y en el que cuando la temperatura de dicho catalizador (15) de adsorción de NO_x de producto intermedio se aumenta hasta la temperatura objetivo, se hace que una relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador (13) de purificación de gases de escape sea rica para reducir un producto intermedio que contiene nitrógeno o NO_x de desorción.
5. Método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que cuando una tasa de purificación de NO_x por dicho catalizador (13) de purificación de gases de escape disminuye hasta una tasa de purificación admisible predeterminada o menor, se hace que una relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador (13) de purificación de gases de escape sea temporalmente rica para liberar el NO_x almacenado en el catalizador (13) de purificación de gases de escape.
6. Método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que un portador de catalizador de dicho catalizador (15) de adsorción de NO_x de producto intermedio porta un metal con una fuerza de oxidación menor que un metal precioso.
7. Método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de

combustión interna según la reivindicación 6, en el que el metal que porta el portador de catalizador de dicho catalizador (15) de adsorción de NO_x de producto intermedio es al menos un metal de transición seleccionado de plata Ag, cobre Cu, hierro Fe, vanadio V, molibdeno Mo, cobalto Co, níquel Ni y manganeso Mn.

- 5
8. Método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que cuando la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador (13) de purificación de gases de escape se hace vibrar dentro de dicho intervalo predeterminado de amplitud y dentro de dicho intervalo predeterminado de periodo, el NO_x contenido en los gases de escape e hidrocarburos reformados reacciona para formar un producto intermedio reductor que contiene nitrógeno e hidrocarburos en el catalizador (13) de purificación de gases de escape, el NO_x se reduce mediante una acción de reducción de un producto intermedio reductor producido, dicho producto intermedio que contiene nitrógeno se deriva de dicho producto intermedio reductor y el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos es un periodo de vibración necesario para la producción continuada del producto intermedio reductor.
- 10
9. Método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 8, en el que el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos está entre 0,3 segundos y 5 segundos.
- 15
10. Método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que dicho catalizador (51, 52) de metales preciosos está compuesto por platino Pt y al menos uno de rodio Rh y paladio Pd.
- 20
11. Método de purificación de NO_x de un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que una capa (53) básica que contiene un metal alcalino, un metal alcalinotérreo, una tierra rara o un metal que puede donar electrones al NO_x está formada en la superficie de flujo de gases de escape del catalizador (13) de purificación de gases de escape y en el que una superficie de dicha capa (53) básica forma dicha parte (24, 54) de superficie de flujo de gases de escape básica.
- 25
- 30

Fig.1

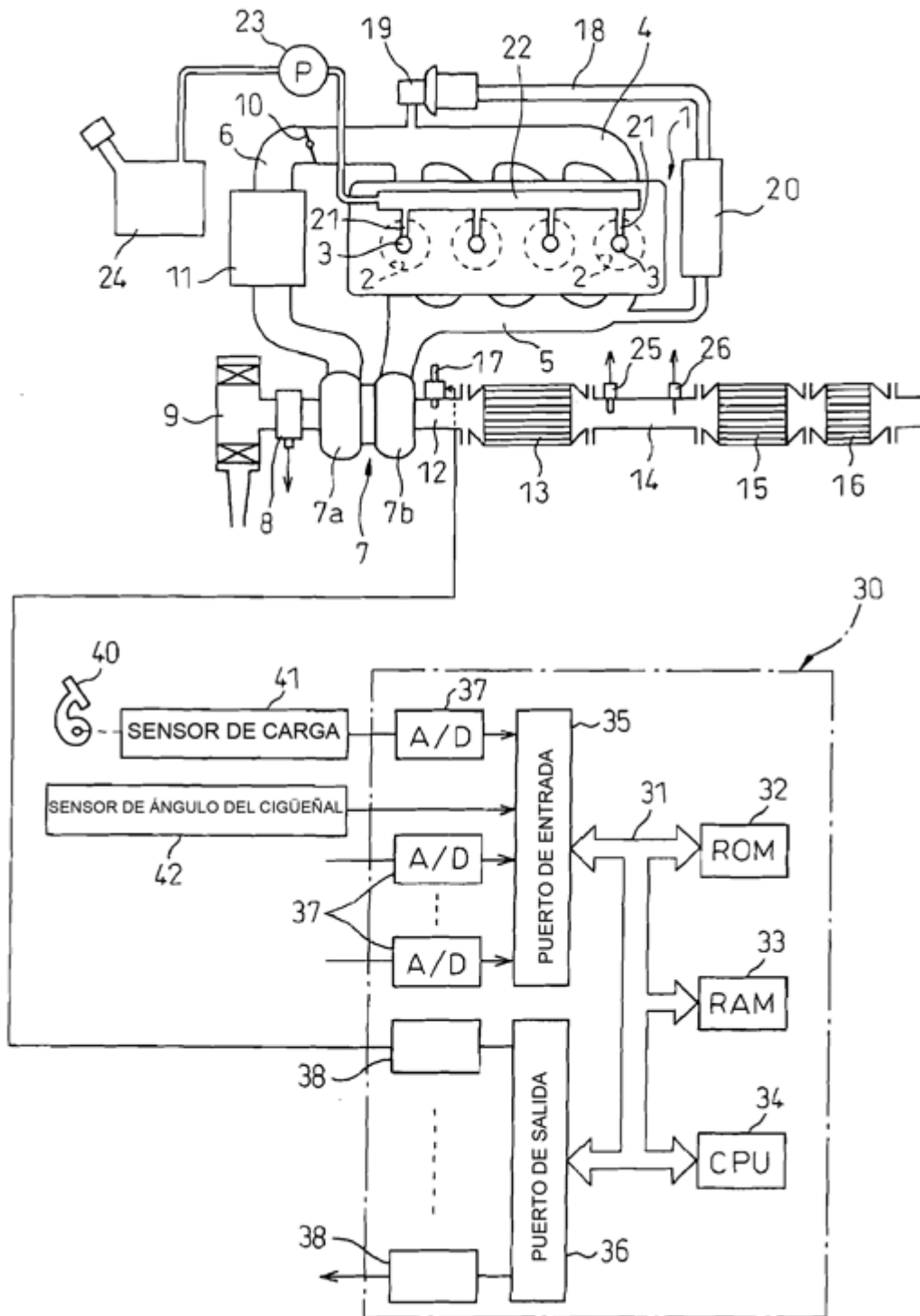


Fig. 2

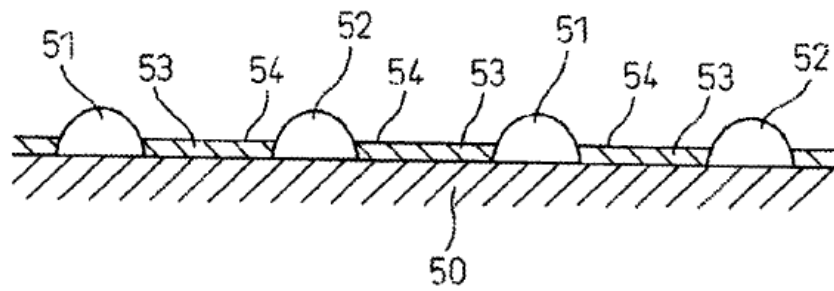


Fig. 3

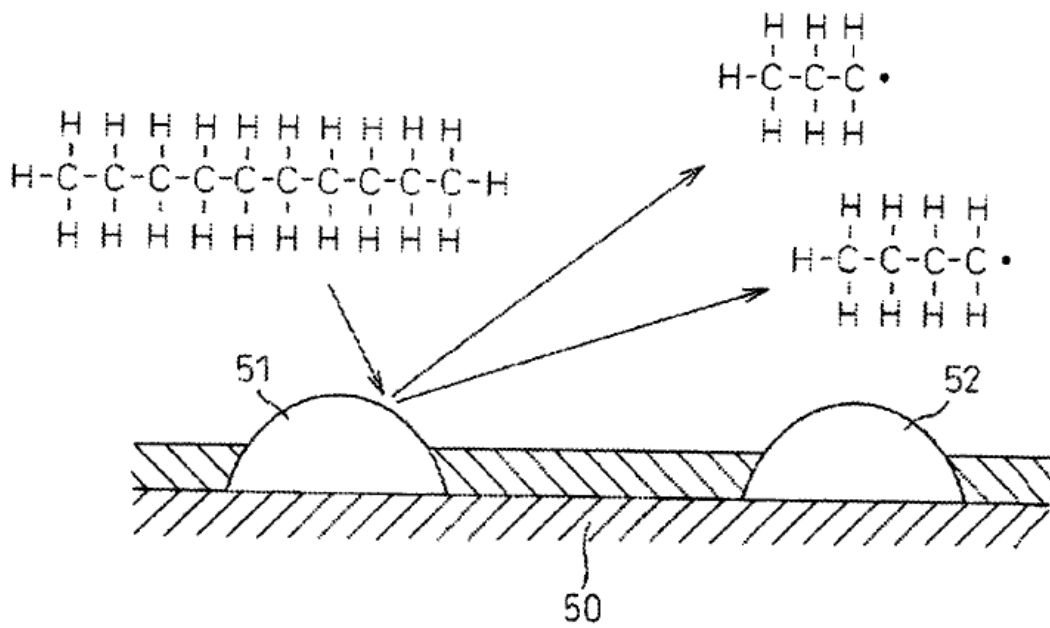


Fig.4

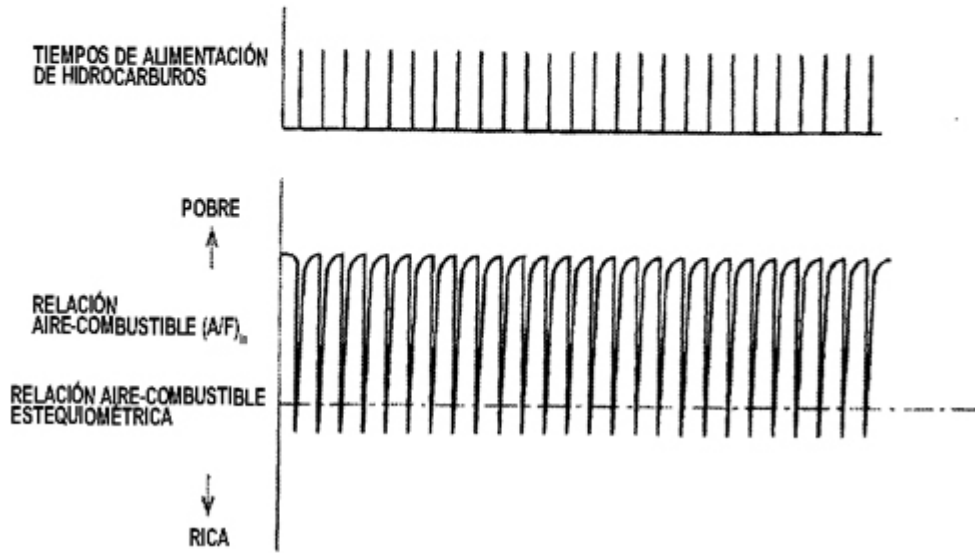


Fig.5

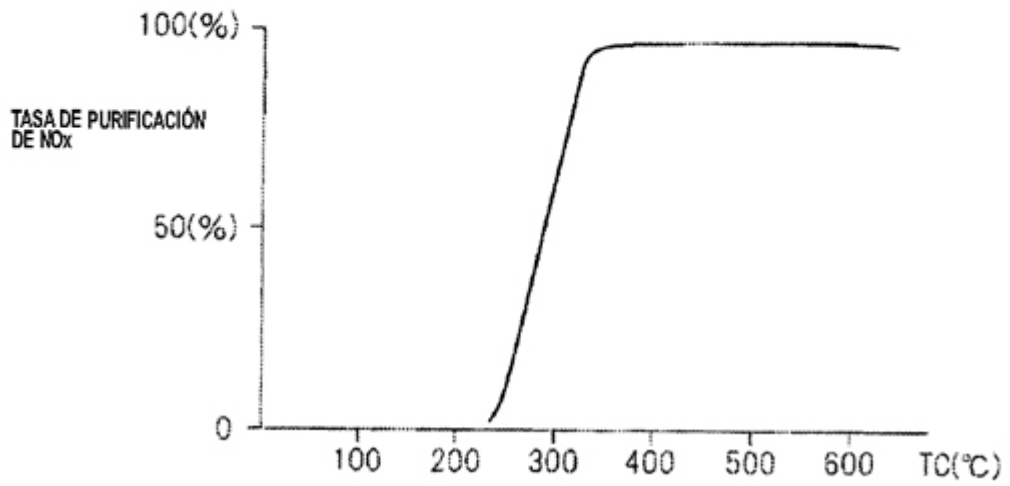


Fig. 6A

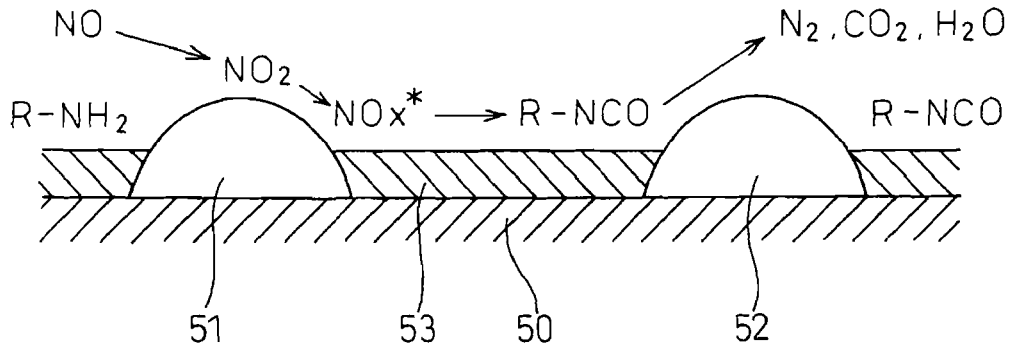


Fig. 6B

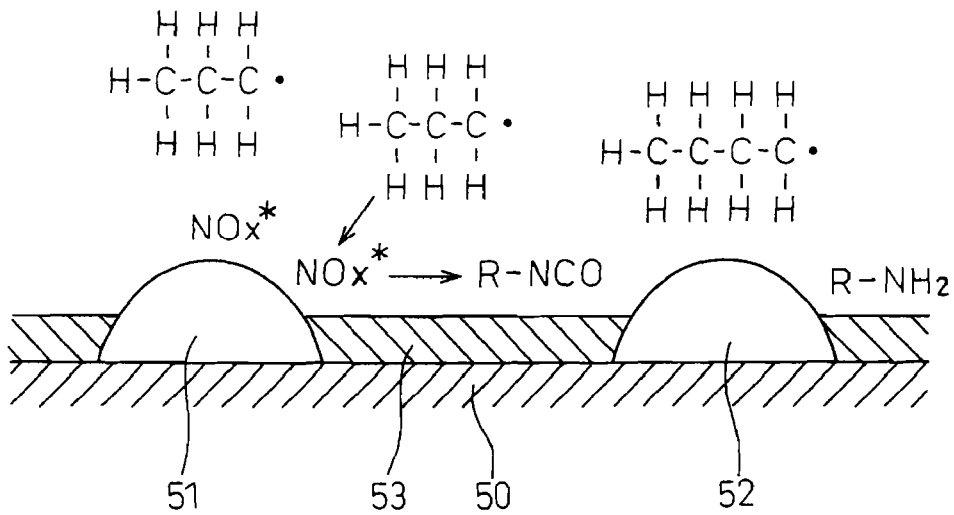


Fig. 7A

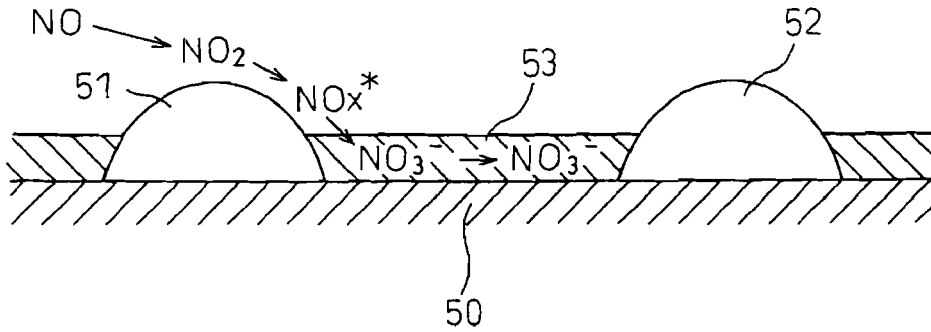


Fig. 7B

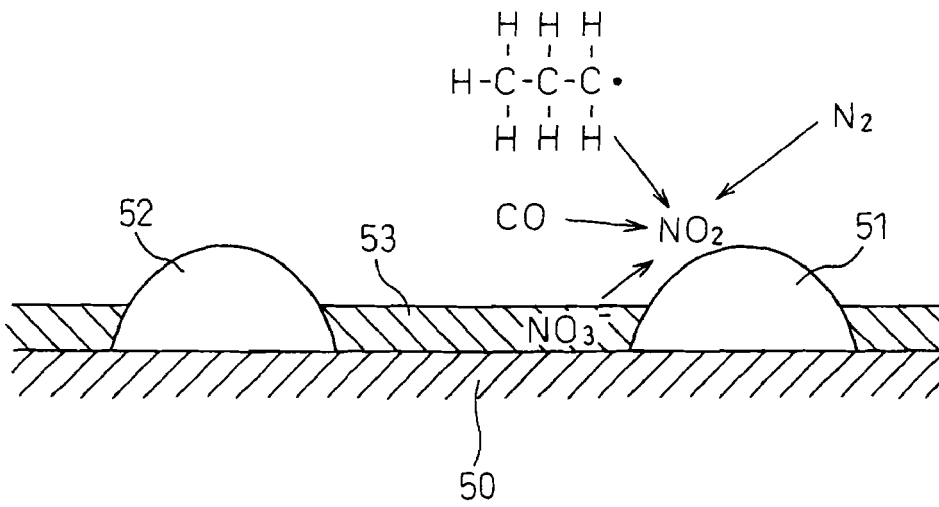


Fig.8

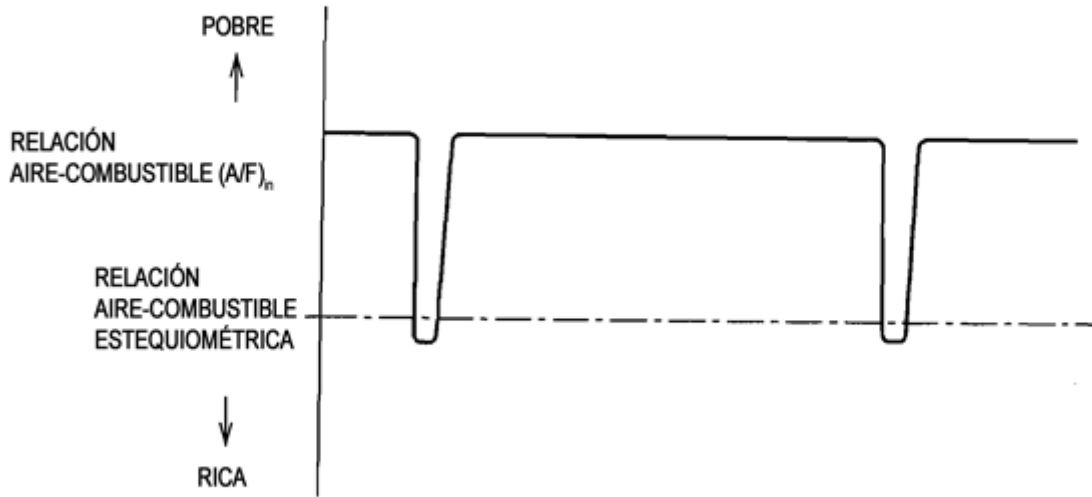


Fig.9

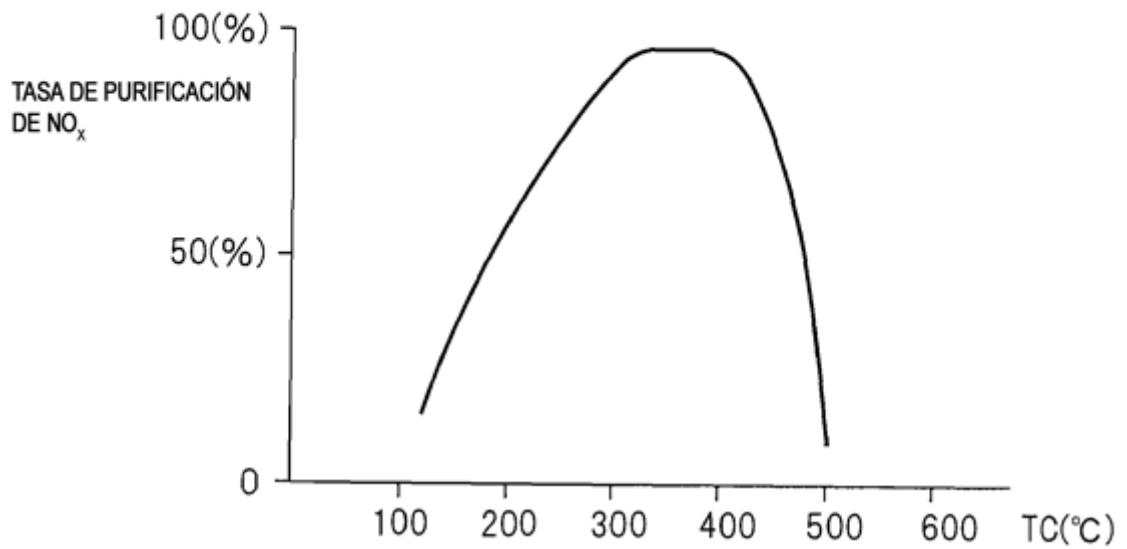


Fig.10

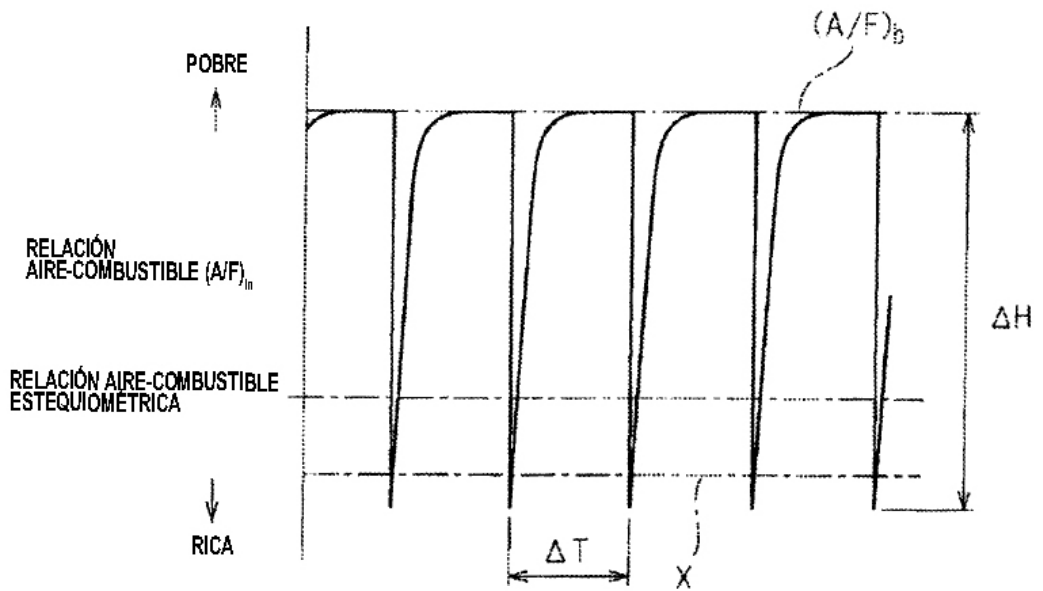


Fig.11

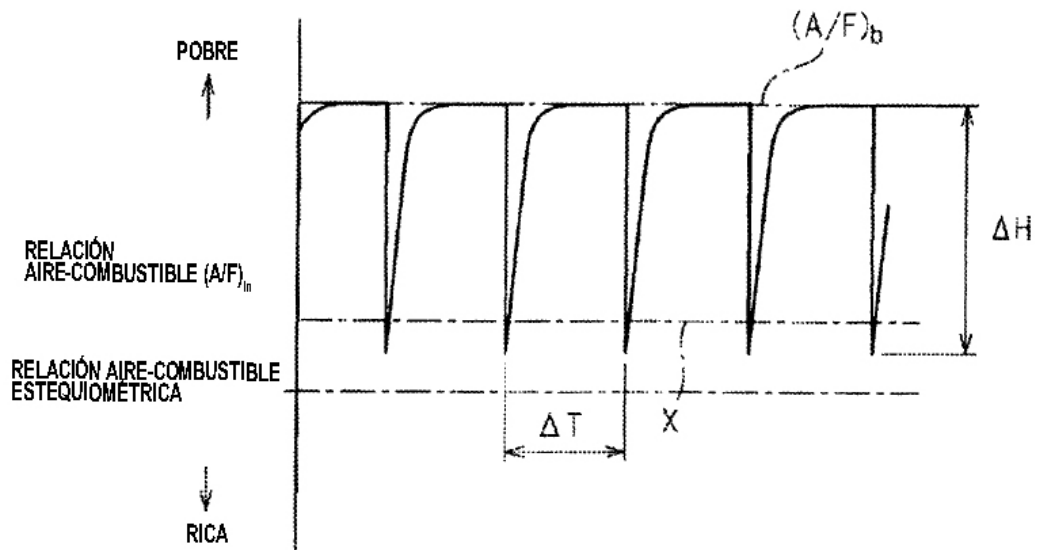


Fig.12

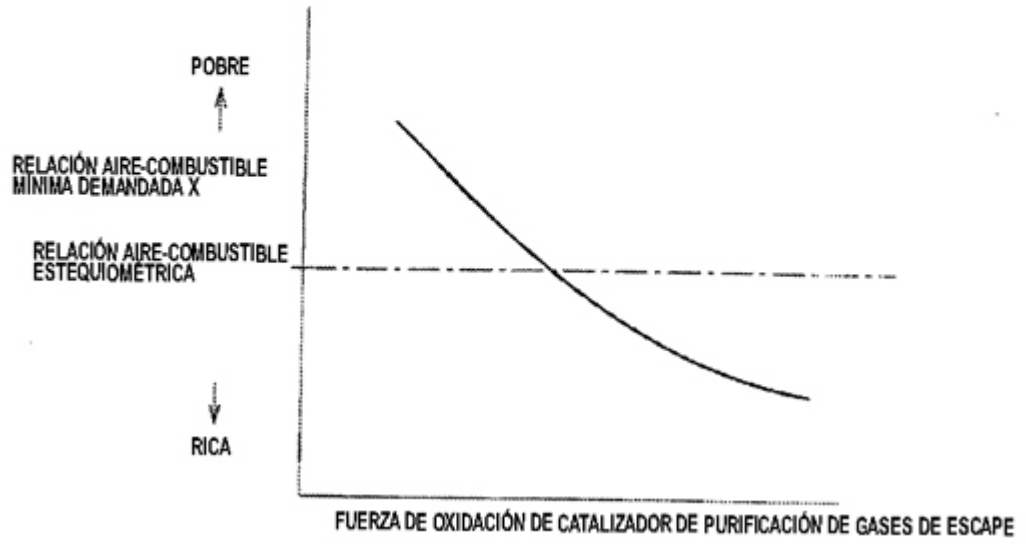


Fig.13

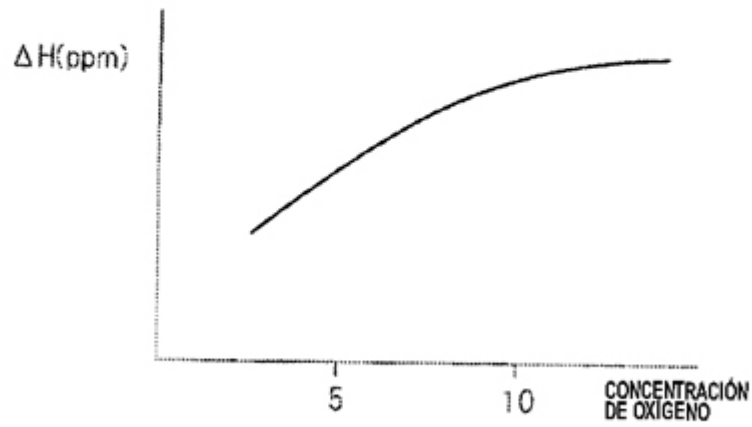


Fig.14

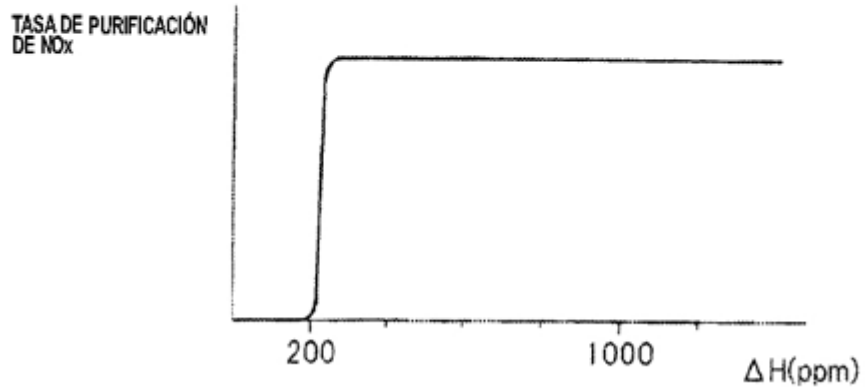


Fig.15

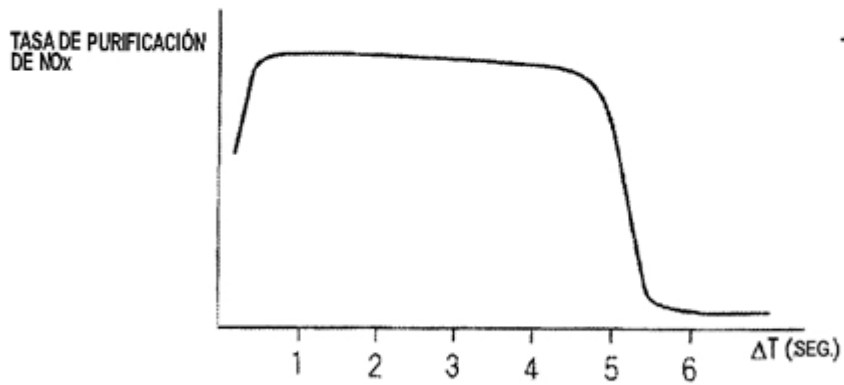


Fig.16A

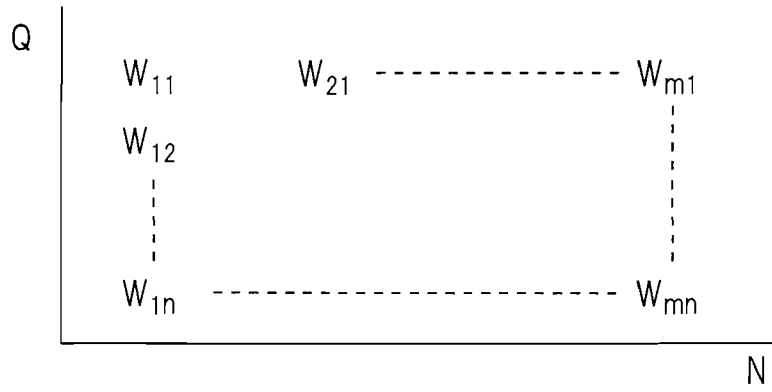


Fig.16B

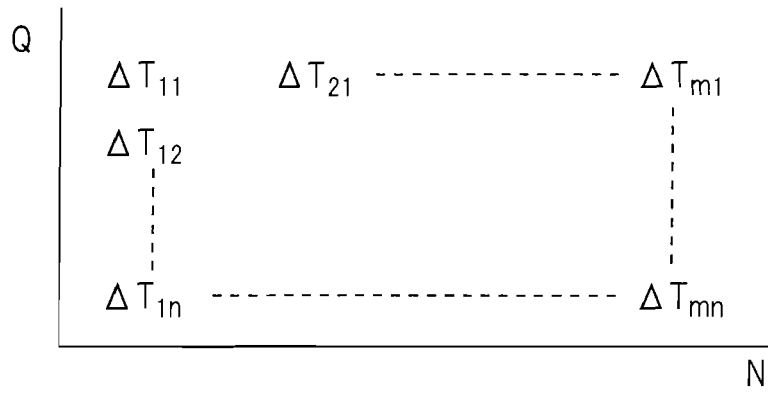


Fig.17A

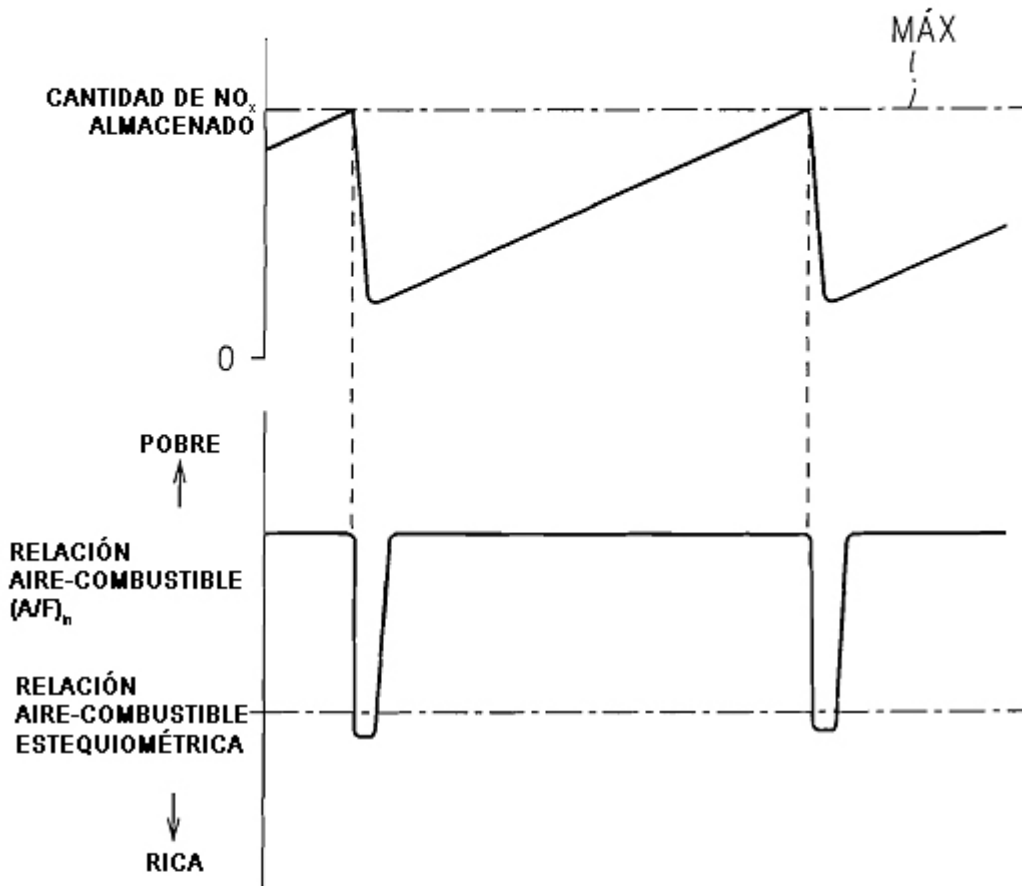


Fig.17B

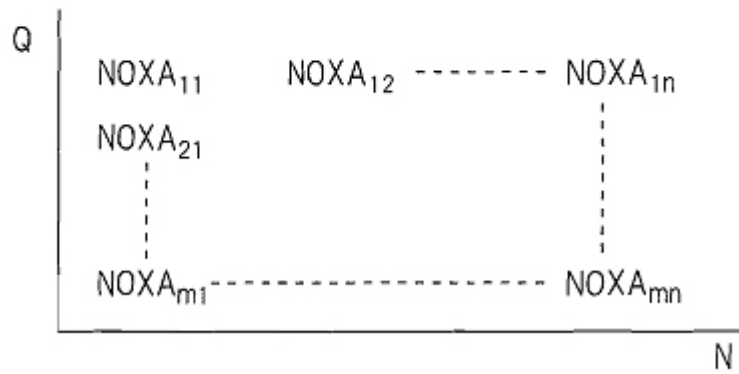


Fig.18

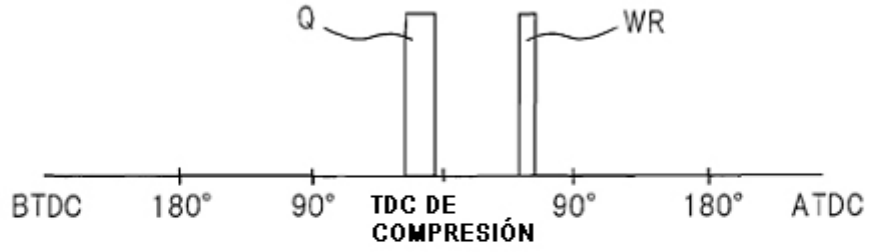


Fig.19

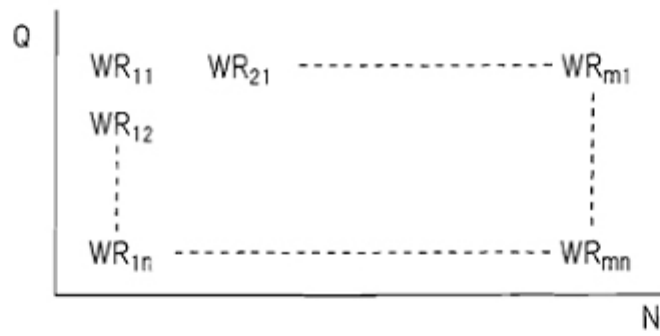


Fig.20

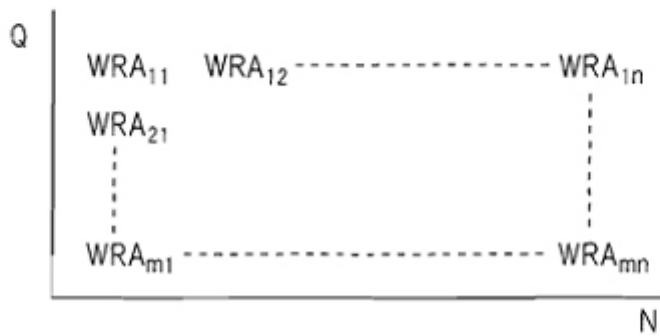


Fig.21

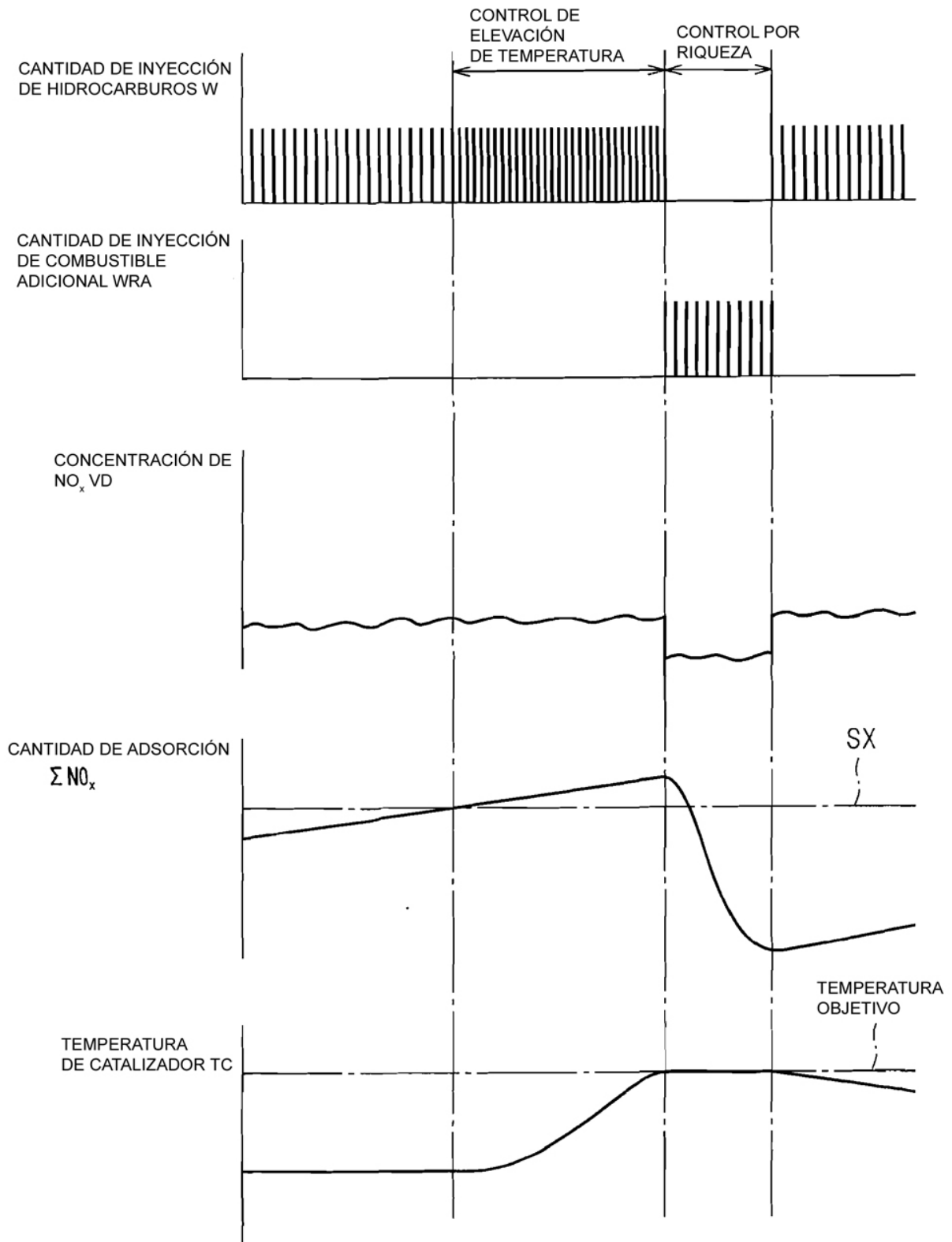


Fig.22A

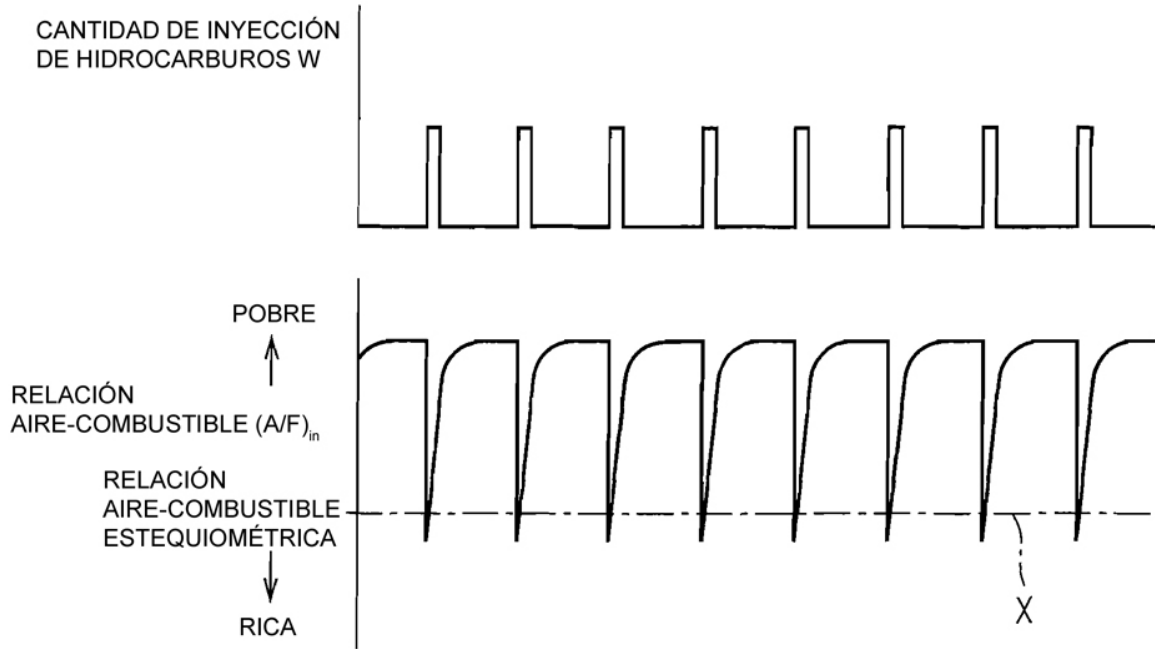


Fig.22B

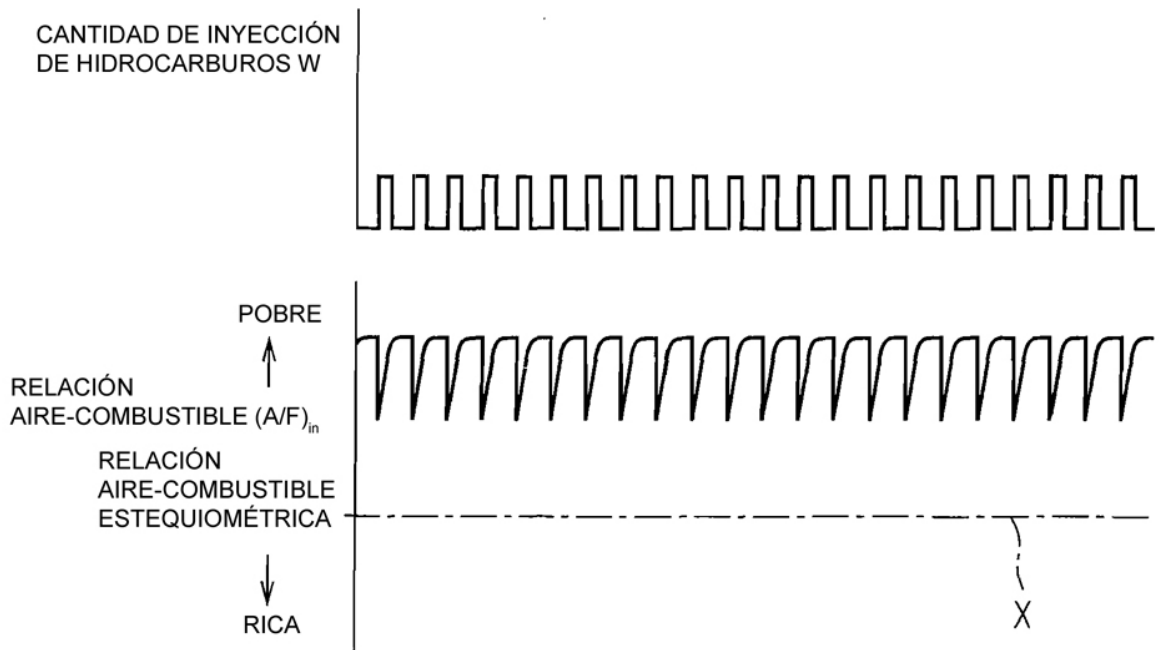


Fig.23A

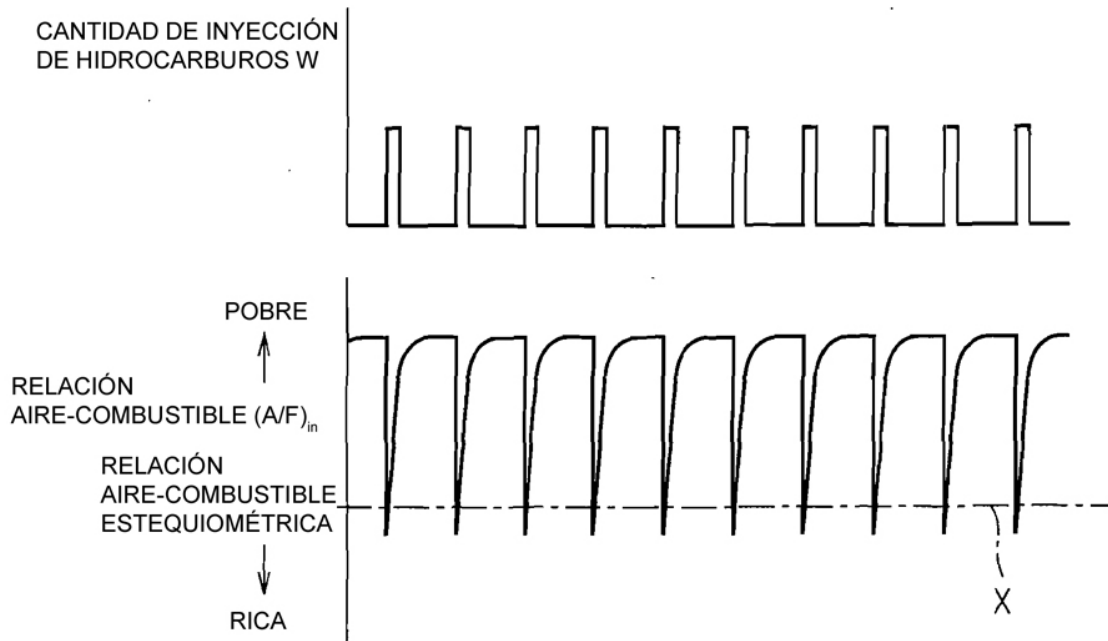


Fig.23B

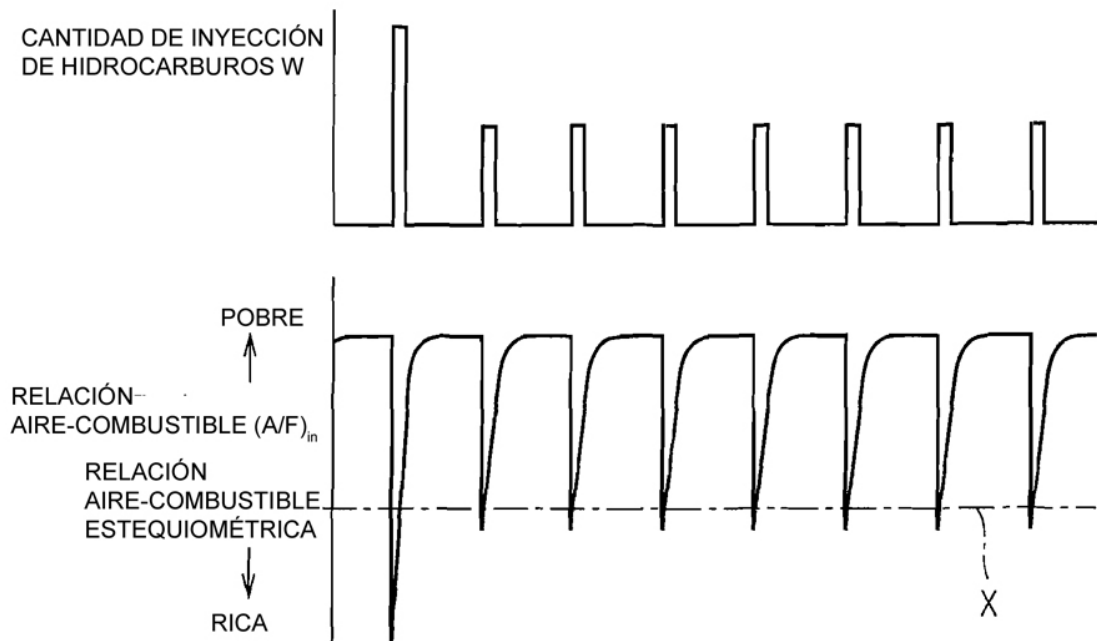


Fig.24

