

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 727**

51 Int. Cl.:

F01N 3/08 (2006.01)

F01N 3/36 (2006.01)

F02D 41/04 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2011 PCT/JP2011/075618**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2013 WO13069085**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2011 E 11858470 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2628912**

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

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.09.2017

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

72 Inventor/es:
BISAIJI, YUKI;
YOSHIDA, KOHEI y
INOUE, MIKIO

74 Agente/Representante:
ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 633 727 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 LIMPIEZA 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

En la técnica se conoce un motor de combustión interna que dispone una válvula de alimentación de hidrocarburos en un conducto de gases de escape de motor, que dispone un catalizador de purificación de gases de escape aguas abajo de la válvula de alimentación de hidrocarburos dentro del conducto de gases de escape de motor, que porta catalizadores de metales preciosos sobre superficies de flujo de gases de escape del catalizador de purificación de gases de escape y está formado con partes de superficie de flujo de gases de escape básicas alrededor de los catalizadores de metales preciosos, que inyecta hidrocarburos desde la válvula de alimentación de hidrocarburos mediante un periodo predeterminado dentro del plazo de 5 segundos en el momento del funcionamiento del motor, y de ese modo elimina el NO_x que está contenido en los gases de escape (por ejemplo, véase el documento WO 2011/114499 A1). En este motor de combustión interna, aunque la temperatura del catalizador de purificación de gases de escape se vuelve una temperatura alta, puede obtenerse una alta tasa de purificación de NO_x.

Otro dispositivo de control de la emisión de gases de escape para un motor de combustión interna es el objeto del documento JP 2006-291873 A. Este dispositivo de control de la emisión de gases de escape comprende un filtro de partículas dispuesto en el conducto de gases de escape de motor y que porta un catalizador con capacidad de oxidación. El filtro comprende una pluralidad de conductos de flujo de gases de escape que se extienden en paralelo entre sí entre el extremo de lado aguas arriba y el extremo de lado aguas abajo. Una parte de estos conductos de flujo de gases de escape forman conductos de flujo de entrada de gases de escape cerrados en sus extremos de lado aguas abajo, y los conductos de flujo de gases de escape restantes forman conductos de flujo de gases de escape cerrados en sus extremos de lado aguas arriba. Una capacidad de oxidación del catalizador portado sobre la superficie de pared periférica de al menos una parte de la superficie de pared periférica del conducto de flujo de salida de gases de escape es superior a la del catalizador portado sobre la superficie de pared periférica del mismo excluyendo al menos la parte de la superficie de pared periférica de todas las superficies de pared periférica de ambos conductos de flujo de gases de escape.

35 Sumario de la invención**Problema técnico**

40 En este motor de combustión interna, aunque la temperatura del catalizador de purificación de gases de escape se vuelve alta, puede obtenerse una alta tasa de purificación de NO_x, pero es deseable obtener una tasa de purificación de NO_x aún más alta.

45 Un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna que permita obtener una tasa de purificación de NO_x aún más alta.

Solución al problema

50 Según la presente invención, se proporciona un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna tal como se expone en la reivindicación 1, en el que una válvula de alimentación de hidrocarburos para alimentar hidrocarburos está dispuesta en un conducto de gases de escape de motor, un catalizador de purificación de gases de escape para hacer reaccionar NO_x contenido en unos gases de escape e hidrocarburos reformados está dispuesto en el conducto de gases de escape de motor aguas abajo de la válvula de alimentación de hidrocarburos, catalizadores de metales preciosos están portados sobre superficies de flujo de gases de escape del catalizador de purificación de gases de escape, partes de superficie de flujo de gases de escape básicas están formadas alrededor de los catalizadores de metales preciosos, el catalizador de purificación de gases de escape tiene una propiedad de reducir el NO_x que está contenido en los gases de escape si se hace que una concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador de purificación de gases de escape vibre dentro de un intervalo predeterminado de amplitud y dentro de un intervalo predeterminado de periodo y tiene una propiedad de aumentar la cantidad almacenada de NO_x que está contenido en los gases de escape si se hace que un periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos sea más largo que el intervalo predeterminado, y, en el momento del funcionamiento del motor, una cantidad de inyección de hidrocarburos desde la válvula de alimentación de hidrocarburos se controla de modo que una amplitud de cambio de concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador de purificación de gases de escape entra dentro del intervalo predeterminado de amplitud anterior, y un periodo de inyección de hidrocarburos desde la válvula de alimentación de hidrocarburos se controla de modo que una concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador de purificación de

gases de escape entra dentro del intervalo predeterminado de periodo, en este momento, en el catalizador de purificación de gases de escape, el NO_x contenido en los gases de escape y los hidrocarburos reformados reaccionan mediante lo cual se produce un producto intermedio reductor que contiene nitrógeno e hidrocarburos, en el que el catalizador de purificación de gases de escape se forma de modo que una capacidad de deposición de hidrocarburos en una parte de lado aguas abajo del catalizador de purificación de gases de escape se vuelve superior a una capacidad de deposición de hidrocarburos en una parte de lado aguas arriba del catalizador de purificación de gases de escape para aumentar una cantidad de producción del producto intermedio reductor.

Efectos ventajosos de la invención

Cuando la temperatura del catalizador de purificación de gases de escape es baja, evidentemente, e incluso cuando es alta, puede obtenerse una tasa de purificación de NO_x extremadamente alta.

Breve descripción de los dibujos

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

La figura 2 es una vista que muestra esquemáticamente la 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.

La figura 4 es una vista que muestra cambios en 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 .

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.

La figura 8 es una vista que muestra cambios en 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 que muestra una tasa de purificación 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 al interior de un catalizador de purificación de gases de escape.

La figura 11 es un diagrama de tiempo que muestra cambios una relación aire-combustible de gases de escape que fluyen al interior de un catalizador de purificación de gases de escape.

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.

La figura 13 es una vista que muestra una relación entre una concentración de oxígeno en gases de escape y una amplitud ΔH de 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 concentración de hidrocarburos y una tasa de purificación de NO_x .

La figura 15 es una vista que muestra una relación entre un periodo de vibración ΔT de concentración de hidrocarburos y una tasa de purificación de NO_x .

Las figuras 16A y 16B son vistas que muestran el tiempo de inyección de hidrocarburos, etc.

La figura 17 es una vista que muestra cambios en la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al interior de un catalizador de purificación de gases de escape, etc.

La figura 18 es una vista que muestra un mapa de una cantidad de NO_x que se expulsa NOXA.

La figura 19 es una vista que muestra un tiempo de inyección de combustible.

La figura 20 es una vista que muestra un mapa de una cantidad de alimentación de hidrocarburos WR.

La figura 21 es un diagrama de flujo para el control de purificación de NO_x.

La figura 22 es una vista para explicar una capacidad de deposición de moléculas de hidrocarburos.

La figura 23A es una vista ampliada que muestra una realización del catalizador de purificación de gases de escape.

La figura 23B es una vista ampliada que muestra una realización del catalizador de purificación de gases de escape.

La figura 24 es una vista ampliada que muestra una realización del catalizador de purificación de gases de escape.

La figura 25 es una vista ampliada que muestra una realización del catalizador de purificación de gases de escape.

La figura 26A es una vista ampliada que muestra una realización del catalizador de purificación de gases de escape.

La figura 26B es una vista ampliada que muestra una realización del catalizador de purificación de gases de escape.

Descripción de las realizaciones

La figura 1 es una vista global de un motor de combustión interna de tipo de 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 de combustión 2, 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 que se acciona mediante un motor paso a paso. 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 que se muestra en la figura 1, el agua de enfriamiento de motor se guía al interior del dispositivo 11 de enfriamiento en el que se usa el agua de enfriamiento de motor 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. Una salida de la turbina 7b de escape está conectada a través de una tubería 12 de escape a una entrada de un catalizador 13 de purificación de gases de escape, mientras que una salida del catalizador 13 de purificación de gases de escape está conectada a una entrada de un filtro 14 de partículas para atrapar partículas que están contenidas en los gases de escape. Aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape dentro de la tubería 12 de escape, una válvula 15 de alimentación de hidrocarburos está dispuesta para alimentar hidrocarburos compuestos por gasóleo u otro combustible usado como combustible para un motor de combustión interna de tipo de encendido por compresión. En la realización mostrada en la figura 1, se usa gasóleo como hidrocarburos que se alimentan desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos. Obsérvese que la presente invención también puede aplicarse a un motor de combustión interna de tipo de encendido por chispa en el que se quema combustible en una relación aire-combustible pobre. En este caso, desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, se alimentan hidrocarburos compuestos por gasolina u otro combustible usado como combustible de un motor de combustión interna de tipo de 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 16 de recirculación de gases de escape (denominada a continuación en el presente documento "EGR"). Dentro del conducto 16 de EGR, está dispuesta una válvula 17 de control de EGR controlada electrónicamente. Además, alrededor del conducto 16 de EGR, está dispuesto un dispositivo 18 de enfriamiento para enfriar los gases de EGR que fluyen a través del interior del conducto 16 de EGR. En la realización que se muestra en la figura 1, el agua de enfriamiento de motor se guía al interior del dispositivo 18 de enfriamiento en el que el agua de enfriamiento de motor se usa para enfriar los gases de EGR. Por otro lado, cada inyector 3 de combustible está conectado a través de un tubo 19 de alimentación de combustible a un conducto 20 común. Este conducto 20 común está conectado a través de una bomba 21 de combustible de descarga variable controlada electrónicamente a un depósito 22 de combustible. El combustible que se almacena dentro del depósito 22 de combustible se alimenta mediante la bomba 21 de combustible al interior del conducto 20 común. El combustible que se alimenta al interior del conducto 21 común se alimenta a través de cada tubo 19 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 a mediante un bus 31 bidireccional. Aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape, un sensor 23 de temperatura está dispuesto 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 unido al mismo para detectar la presión diferencial antes y después del filtro 14 de partículas. Las señales de salida de este sensor 23 de temperatura, sensor 24 de presión diferencial y detector 8 de cantidad de

aire de admisión se introducen a través de convertidores 37 AD respectivamente correspondientes en el puerto 35 de entrada. Además, un pedal 40 de 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 de acelerador. La tensión de salida del sensor 41 de carga se introduce a través de un convertidor 37 AD correspondiente en el puerto 35 de entrada. Además, en el puerto 35 de entrada, está conectado un sensor 42 de ángulo de 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 circuitos 38 de accionamiento correspondientes a cada inyector 3 de combustible, el 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.

La figura 2 muestra esquemáticamente una parte superficial de un soporte de catalizador que se porta sobre un 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, por ejemplo, se proporciona un soporte 50 de catalizador compuesto por alúmina sobre el cual se portan catalizadores 51 y 52 de metales preciosos. Además, sobre este soporte 50 de catalizador está formada 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 puede donar electrones a 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 los catalizadores 51 y 52 de metales preciosos se portan sobre las superficies de flujo de gases de escape del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Además, la superficie de la capa 53 básica muestra basicidad, de modo que la superficie de la capa 53 básica se denomina las "partes 54 de superficie de flujo de gases de escape básicas".

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. Obsérvese que, en este caso, ambos catalizadores 51 y 52 de metales preciosos pueden estar compuestos por platino Pt. Además, sobre el soporte 50 de catalizador del catalizador 13 de purificación de gases de escape, además de platino Pt y rodio Rh, puede portarse adicionalmente paladio Pd o, en lugar de rodio Rh, puede portarse paladio Pd. Es decir, los catalizadores 51 y 52 de metales preciosos que se portan sobre el soporte 50 de catalizador están compuestos por al menos uno de platino Pt, rodio Rh y paladio Pd.

Si se inyectan hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos en 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 reformación 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 15 de alimentación de hidrocarburos se vuelven hidrocarburos HC con radicales con un pequeño número de carbonos 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 en la relación aire-combustible (A/F)in depende 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 se vuelve superior, la relación aire-combustible (A/F)in se vuelve menor, por tanto, en la figura 4, cuanto más pasa la relación aire-combustible (A/F)in hacia el lado rico, mayor 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 TC de catalizador del catalizador 13 de purificación de gases de escape cuando se hace de manera periódica que la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape cambie para hacer, tal como se muestra en la figura 4, que la relación aire-combustible (A/F)in de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape cambie. Los inventores emprendieron investigaciones relacionadas con la purificación de NO_x durante mucho tiempo. En el proceso de investigación, aprendieron que si se hace que la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape vibre 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 temperatura de 400°C o superior.

Además, se aprende que en este momento, una gran cantidad de productos intermedios reductores que contienen nitrógeno e hidrocarburos continúa manteniéndose 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 los productos intermedios reductores desempeñan un papel central en la obtención de una alta tasa de purificación de NO_x . A continuación, se explicará esto con referencia a las figuras 6A y 6B. Obsérvese que estas figuras 6A y 6B muestran esquemáticamente la parte superficial del soporte 50 de catalizador del catalizador

13 de purificación de gases de escape. Estas figuras 6A y 6B muestran la reacción que se supone que se produce cuando se hace que la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape vibre 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 los hidrocarburos se alimentan 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 se vuelve superior.

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 pasa a ser normalmente un estado de exceso de oxígeno. En este momento, parte del NO que está contenido en los gases de escape se deposita sobre el catalizador 13 de purificación de gases de escape, mientras que parte del 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. Además, parte del NO₂ pasa a ser NO₂⁻. Por tanto, sobre el platino Pt 51, se producen NO₂⁻ y NO₃. El NO que se deposita sobre el catalizador 13 de purificación de gases de escape y el NO₂⁻ y NO₃ que se forman sobre el platino Pt 51 tienen una fuerte actividad. Por tanto, a continuación, estos NO, NO₂⁻ y NO₃ se denominarán "NO_x^{*} activo".

Por otro lado, si se alimentan hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, los hidrocarburos se depositan sucesivamente sobre todo el catalizador 13 de purificación de gases de escape. La mayor parte de los hidrocarburos depositados reaccionan sucesivamente con oxígeno y se queman. Parte de los hidrocarburos depositados se reforman sucesivamente y se radicalizan dentro del catalizador 13 de purificación de gases de escape tal como se muestra en la figura 3. Por tanto, tal como se muestra en la figura 6B, la concentración de hidrógeno alrededor del NO_x^{*} activo se vuelve superior. Con respecto a esto, si, tras producirse el NO_x^{*} activo, el estado de alta concentración de oxígeno alrededor del NO_x^{*} activo continúa durante un tiempo constante o más, el NO_x^{*} activo se oxida y se absorbe en forma de iones nitrato NO₃⁻ dentro de la capa 53 básica. Sin embargo, si, antes de que transcurra este tiempo constante, la concentración de hidrocarburos alrededor del NO_x^{*} activo se vuelve superior, tal como se muestra en la figura 6B, el NO_x^{*} activo reacciona sobre el platino 51 con los hidrocarburos HC radicales para así formar los productos intermedios reductores. Los productos intermedios reductores se adhieren o adsorben sobre la superficie de la capa 53 básica.

Obsérvese que, en este momento, se considera que el primer producto intermedio reductor producido es un compuesto de nitrilo R-NO₂. Si se produce este compuesto de nitrilo R-NO₂, el resultado se vuelve un compuesto de nitrilo R-CN, pero este compuesto de nitrilo R-CN sólo puede sobrevivir durante un instante en este estado, de modo que inmediatamente se vuelve un compuesto de isocianato R-NCO. Este compuesto de isocianato R-NCO se vuelve un compuesto de amina R-NH₂ si se hidroliza. Sin embargo, en este caso, se considera que lo que se hidroliza es parte del compuesto de isocianato R-NCO. Por tanto, tal como se muestra en la figura 6B, se cree que la mayor parte de los productos intermedios reductores que se mantienen o adsorben sobre la superficie de la capa 53 básica son el compuesto de isocianato R-NCO y compuesto de amina RNH₂.

Por otro lado, tal como se muestra en la figura 6B, si los productos intermedios reductores producidos se rodean por los hidrocarburos HC, los productos intermedios reductores se bloquean por los hidrocarburos HC y la reacción no avanzará más. En este caso, si se reduce la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape y después los hidrocarburos que se depositan alrededor de los productos intermedios reductores se oxidan y se consumen, y de ese modo la concentración de oxígeno alrededor de los productos intermedios reductores se vuelve superior, los productos intermedios reductores reaccionan con el NO_x^{*} activo tal como se muestra en la figura 6A, reaccionan con el oxígeno circundante o se descomponen por sí mismos. Debido a esto, los productos intermedios reductores R-NCO y R-NH₂ se convierten en N₂, CO₂, y H₂O, por tanto el NO_x se elimina.

De esta manera, en el catalizador 13 de purificación de gases de escape, cuando la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape se vuelve superior, se producen productos intermedios reductores, y tras reducirse la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape, cuando se aumenta la concentración de oxígeno, los productos intermedios reductores reaccionan con el NO_x^{*} activo o con oxígeno o se descomponen por sí mismos mediante lo cual se elimina el NO_x. Es decir, con el fin de 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 tiene que cambiarse periódicamente.

Evidentemente, en este caso, es necesario aumentar la concentración de hidrocarburos hasta una concentración suficientemente alta como para producir los productos intermedios reductores y es necesario reducir la concentración de hidrocarburos hasta una concentración suficientemente baja como para hacer que los productos intermedios reductores producidos reaccionen con el NO_x^{*} activo o con oxígeno o se descompongan por sí mismos.

Es decir, es necesario hacer que la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape vibre dentro de un intervalo predeterminado de amplitud. Obsérvese que, en este caso, es necesario mantener estos productos intermedios reductores sobre la capa 53 básica, es decir, las partes 54 de superficie de flujo de gases de escape básicas, hasta que los productos intermedios reductores producidos R-NCO y R-NH₂ reaccionen con el NO_x* activo o con oxígeno o se descompongan por sí mismos. Por este motivo, se proporcionan las partes 54 de superficie de flujo de gases de escape básicas.

Por otro lado, si se prolonga el periodo de alimentación de los hidrocarburos, el tiempo hasta que la concentración de oxígeno se vuelve superior se vuelve más largo en el periodo después de que se alimenten los hidrocarburos hasta que se vuelven a alimentar los hidrocarburos. Por tanto, el NO_x* activo se absorbe en la capa 53 básica en forma de nitratos sin producir productos intermedios reductores. Para evitar esto, es necesario hacer que la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape vibre dentro de un intervalo predeterminado de periodo.

Por tanto, en esta realización de la presente invención, para hacer reaccionar el NO_x contenido en los gases de escape y los hidrocarburos reformados y producir los productos intermedios reductores R-NCO y R-NH₂ que contienen nitrógeno e hidrocarburos, los catalizadores 51 y 52 de metales preciosos se portan sobre las superficies de flujo de gases de escape del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Para mantener los productos intermedios reductores producidos R-NCO y R-NH₂ dentro del catalizador 13 de purificación de gases de escape, las partes 54 de superficie de flujo de gases de escape básicas se forman alrededor de los catalizadores 51 y 52 de metales preciosos. Los productos intermedios reductores R-NCO y R-NH₂ que se mantienen sobre las partes 54 de superficie de flujo de gases de escape básicas se convierten en N₂, CO₂, y H₂O. El periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos se vuelve el periodo de vibración requerido para continuar la producción de los productos intermedios reductores R-NCO y R-NH₂. A propósito, en el ejemplo mostrado en la figura 4, el intervalo de inyección se vuelve de 3 segundos.

Si el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos, es decir, el periodo de alimentación de los hidrocarburos HC, se vuelve más largo que el intervalo predeterminado de periodo anterior, los productos intermedios reductores R-NCO y R-NH₂ desaparecen 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, se difunde en la capa 53 básica en forma de iones nitrato NO₃⁻ y se convierte en 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 la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape se vuelve 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, de modo que reacción avanza en el sentido opuesto (NO₃⁻→NO₂), y por consiguiente los nitratos absorbidos en la capa 53 básica se vuelven sucesivamente iones nitrato NO₃⁻ y, tal como se muestra en la figura 7B, se liberan de la capa 53 básica en forma de NO₂. A continuación, se reduce el NO₂ liberado mediante los hidrocarburos HC y CO contenidos en los gases de escape.

La figura 8 muestra el caso de 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 temporalmente rica ligeramente antes de que la capacidad de absorción de NO_x de la capa 53 básica se sature. Obsérvese que, en el ejemplo mostrado en la figura 8, el intervalo de tiempo de este control rico 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 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 vuelve temporalmente rica. Por tanto, en este caso, la capa 53 básica desempeña el papel de absorbente para absorber temporalmente NO_x.

Obsérvese que, en este momento, algunas veces la capa 53 básica adsorbe temporalmente el NO_x. Por tanto, si se usa el término de "almacenamiento" como término que incluye tanto "absorción" como "adsorción", en este momento, la capa 53 básica realiza 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 de motor, cámaras 2 de combustión y aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape en el conducto 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 esta manera. Obsérvese que el eje de abscisas de la figura 9 muestra la temperatura TC de catalizador 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, tal como se muestra en la figura 9, cuando la temperatura TC de catalizador es de 300°C a 400°C, se obtiene una tasa de purificación de NO_x extremadamente alta, pero cuando la temperatura TC de catalizador se vuelve de

400°C o una temperatura superior, la tasa de purificación de NO_x disminuye.

De esta manera, cuando la temperatura TC de catalizador se vuelve de 400°C o más, la tasa de purificación de NO_x disminuye porque si la temperatura TC de catalizador se vuelve de 400°C o más, los nitratos se descomponen por el calor y se liberan en forma de NO₂ desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Es decir, mientras se almacena NO_x en forma de nitratos, cuando la temperatura TC de catalizador 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 aunque se formen es en una cantidad extremadamente pequeña, por consiguiente, tal como se muestra en la figura 5, incluso cuando la temperatura TC de catalizador es alta, se obtiene una alta tasa de purificación de NO_x.

Por tanto, en la presente invención, una válvula 15 de alimentación de hidrocarburos para alimentar hidrocarburos está dispuesta en el conducto de gases de escape de motor, un catalizador 13 de purificación de gases de escape para hacer reaccionar NO_x contenido en gases de escape e hidrocarburos reformados está dispuesto en el conducto de gases de escape de motor aguas abajo de la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, catalizadores 51 y 52 de metales preciosos se portan sobre las superficies de flujo de gases de escape del catalizador 13 de purificación de gases de escape, partes 54 de superficie de flujo de gases de escape básicas están formadas 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 gases de escape si se hace que la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape vibre dentro de un intervalo predeterminado de amplitud y dentro de un intervalo predeterminado de periodo y tiene la propiedad de aumentarse la cantidad de almacenamiento de NO_x que está contenido en gases de escape si el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos se vuelve más largo que este intervalo predeterminado, y, en el momento del funcionamiento del motor, se hace que la concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape vibre dentro del intervalo predeterminado de amplitud y dentro del intervalo predeterminado de periodo para así reducir el NO_x que está contenido en los gases de escape en el catalizador 13 de purificación de gases de escape.

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 nada de nitratos en el caso de usar un catalizador de purificación de gases de escape que porta catalizadores 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 los nitratos que se detectan a partir de la capa 53 básica se vuelve mucho menor en comparación con 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. Obsérvese que este nuevo método de purificación de NO_x se denominará a continuación "primer método de purificación de NO_x".

A continuación, haciendo referencia de la figura 10 a la figura 15, se explicará con algo más de detalle este primer método de purificación de NO_x.

La figura 10 muestra de manera ampliada el cambio en la relación aire-combustible (A/F)_{in} mostrado 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.

Además, en la figura 10, (A/F)_b muestra la relación aire-combustible básica que muestra la relación aire-combustible de los gases de combustión para generar la salida del motor. En otras palabras, esta relación aire-combustible básica (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} usada para producir los productos intermedios reductores 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 productos intermedios reductores, la relación aire-combustible (A/F)_{in} tiene volverse inferior a este límite superior X de la relación aire-combustible.

En otras palabras, en la figura 10, X muestra el límite inferior de la concentración de hidrocarburos requerido para hacer que el NO_x* activo y los hidrocarburos reformados reaccionen para producir productos intermedios reductores. Para producir los productos intermedios reductores, la concentración de hidrocarburos tiene que volverse superior a este límite inferior X. En este caso, se determina si los productos intermedios reductores se producen mediante la relación de 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 X de la relación aire-combustible requerido para producir los productos intermedios reductores se denominará a continuación "relación aire-combustible mínima demandada".

En el ejemplo mostrado en la figura 10, la relación aire-combustible mínima demandada X es rica, por tanto, en este caso, para formar los productos intermedios reductores, la relación aire-combustible (A/F)_{in} se vuelve instantáneamente la relación aire-combustible mínima demandada X o menos, es decir, 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 los productos intermedios reductores.

En este caso, si la relación aire-combustible mínima demandada X se vuelve rica o se vuelve 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 tener una fuerza de oxidación más fuerte si se aumenta la cantidad portada del metal 51 precioso y pasa a tener una fuerza de oxidación más fuerte si se intensifica 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 intensidad de la acidez.

Ahora, si se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una fuerza de oxidación fuerte, tal como se muestra en la figura 11, si se mantiene la relación aire-combustible (A/F)_{in} pobre al tiempo que se reduce periódicamente la relación aire-combustible (A/F)_{in}, los hidrocarburos terminan oxidándose completamente cuando se reduce la relación aire-combustible (A/F)_{in}. Como resultado, ya no pueden producirse productos intermedios reductores. En contraposición a esto, cuando se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una fuerza de oxidación fuerte, tal como se muestra en la figura 10, si se hace que la relación aire-combustible (A/F)_{in} sea periódicamente rica, cuando la relación aire-combustible (A/F)_{in} se vuelve rica, parte de los hidrocarburos no se oxidarán completamente, sino que se oxidarán parcialmente, es decir, los hidrocarburos se reformarán, por consiguiente se producirán productos intermedios reductores. Por tanto, cuando se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una fuerza de oxidación fuerte, la relación aire-combustible mínima demandada X tiene que volverse 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 reduce periódicamente la relación aire-combustible (A/F)_{in}, parte de los hidrocarburos no se oxidarán completamente, sino que se oxidarán parcialmente, es decir, los hidrocarburos se reformarán, y por consiguiente se producirán productos intermedios reductores. 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 que la relación aire-combustible (A/F)_{in} sea periódicamente rica, se expulsará una gran cantidad de hidrocarburos desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape sin oxidarse y por consiguiente la cantidad de hidrocarburos consumidos 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 volverse pobre.

Es decir, se aprende que la relación aire-combustible mínima demandada X, tal como se muestra en la figura 12, se reduce 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 vuelve 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 (A/F)_b básica se vuelve mayor, es decir, si la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de alimentar los hidrocarburos se vuelve superior, la cantidad de alimentación de hidrocarburos requerida para hacer que la relación aire-combustible (A/F)_{in} sea la relación aire-combustible mínima demandada X o menor aumenta y, junto con esto, también aumenta la cantidad en exceso de hidrocarburos que no contribuyen a la producción de los productos intermedios reductores. En este caso, para eliminar correctamente el NO_x, tal como se explicó anteriormente, es necesario hacer que los hidrocarburos en exceso se oxiden. Por tanto, para eliminar correctamente el NO_x, cuanto mayor es la cantidad de hidrocarburos en exceso, mayor es la cantidad de oxígeno que se requiere.

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 correctamente el NO_x, cuando la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de alimentarse 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 alimentarse los hidrocarburos, mayor tiene que volverse 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 alimentarse 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 de la figura 13, se aprende que cuanto

mayor es la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de alimentarse los hidrocarburos, mayor tiene que volverse 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 (A/F)_b básica, mayor tiene que volverse la amplitud ΔT de la concentración de hidrocarburos. En otras palabras, para eliminar correctamente el NO_x , cuanto menor es la relación aire-combustible (A/F)_b básica, más puede reducirse la amplitud ΔT de la concentración de hidrocarburos.

Con respecto a esto, la relación aire-combustible (A/F)_b básica se vuelve la menor 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 correctamente el NO_x . La relación aire-combustible (A/F)_b básica es normalmente mayor que el tiempo de 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 tasa de purificación de NO_x excelente.

Por otro lado, se aprende que cuando la relación aire-combustible (A/F)_b básica es la mayor, si se hace que la amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos sea de 10000 ppm aproximadamente, se obtiene una tasa de purificación de NO_x excelente. Por tanto, en la presente invención, el intervalo predeterminado de la amplitud de la concentración de hidrocarburos se vuelve de 200 ppm a 10000 ppm.

Además, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos se vuelve más largo, el periodo de tiempo en el que la concentración de oxígeno alrededor del NO_x^* activo se vuelve superior se vuelve más largo en el periodo de tiempo desde después de alimentarse los hidrocarburos hasta que vuelven a alimentarse los hidrocarburos. En este caso, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos se vuelve más largo que aproximadamente 5 segundos, el NO_x^* activo comienza 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 vuelve más largo que aproximadamente 5 segundos, la tasa de purificación de NO_x disminuye. Por tanto, el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos tiene que volverse de 5 segundos o menos.

Por otro lado, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos se vuelve de aproximadamente 0,3 segundos o menos, los hidrocarburos alimentados comienzan a acumularse sobre las superficies 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 se vuelve de 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 vuelve de 0,3 segundos a 5 segundos.

Ahora bien, en esta realización según la presente invención, se realiza un control para cambiar la cantidad de inyección y los tiempos de inyección 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 se vuelven los valores óptimos para el estado de funcionamiento de motor. En este caso, en esta realización según la presente invención, la cantidad W_T de inyección de hidrocarburos óptima que puede proporcionar la amplitud ΔH de esta concentración de hidrocarburos óptima se almacena como función de la cantidad Q de inyección desde inyectores 3 de combustible y la velocidad N de motor en forma de un mapa tal como se muestra en la figura 16A por adelantado en la ROM 32. Además, el periodo de inyección ΔT de hidrocarburos óptimo, es decir, el periodo de inyección ΔT de los hidrocarburos, también se almacena como función de la cantidad Q de inyección desde los inyectores 3 de combustible y la velocidad N de motor en forma de un mapa tal como se muestra en la figura 16B por adelantado en la ROM 32.

A continuación, haciendo referencia a de la figura 17 a la figura 20, se explicará específicamente un método 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 . El método de purificación de NO_x en el caso de hacer que el catalizador 13 de purificación de gases de escape funcione como catalizador de almacenamiento de NO_x de esta manera se denominará a continuación "segundo método de purificación de NO_x ".

En este segundo método de purificación de NO_x , tal como se muestra en la figura 17, cuando la cantidad de NO_x almacenada, ΣNO_x , de NO_x que se almacena 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 vuelve temporalmente rica. Si la relación aire-combustible (A/F)_{in} de los gases de escape se vuelve 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 de la capa 53 básica de una vez y se reduce. Debido a esto, se elimina el NO_x .

La cantidad de NO_x almacenada, ΣNO_x , se calcula, por ejemplo, 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 que se expulsa NO_x de NO_x que se expulsa desde el motor por unidad de tiempo se almacena como función de la cantidad Q de inyección y la velocidad N de motor en forma de un mapa tal como se muestra en la figura 18 por adelantado en la ROM 32. La cantidad de

NO_x almacenada, ΣNO_x , se calcula a partir de la cantidad de NO_x que se expulsa NOXA. 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 vuelve rica es habitualmente de 1 minuto o más.

5 En este segundo método de eliminación de NO_x , tal como se muestra en la figura 19, en cada cámara 2 de combustión, el inyector 3 de combustible inyecta combustible WR adicional además al combustible Q de uso para combustión 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 vuelve rica. Obsérvese que, en la figura 19, el eje de las abscisas indica el ángulo de cigüeñal. Este combustible WR adicional se inyecta en un momento en el que se quemará, pero no aparecerá como salida de motor, es decir, ligeramente antes de ATDC90° después del punto muerto superior de compresión. Esta cantidad WR de combustible se almacena como función de la cantidad Q de inyección y la velocidad N de motor en forma de un mapa tal como se muestra en la figura 20 por adelantado en la ROM 32. Evidentemente, en este caso, también es posible hacer que la inyección cantidad de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos aumente para hacer que la relación aire-combustible (A/F)_{in} de los gases de escape sea rica.

La figura 21 muestra una rutina de control de purificación de NO_x . Esta rutina se ejecuta mediante interrupción cada determinado periodo de tiempo.

20 Haciendo referencia a la figura 21, en primer lugar, en la etapa 60, se evalúa a partir de la señal de salida del sensor 23 de temperatura si la temperatura TC del catalizador 13 de purificación de gases de escape supera la temperatura TC_0 de activación. Cuando $\text{TC} \geq \text{TC}_0$, es decir, cuando el catalizador 13 de purificación de gases de escape está activado, la rutina avanza a la etapa 61 en la que se realiza la acción de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x . Es decir, se calcula el tiempo WT de inyección correspondiente al estado de funcionamiento a partir del mapa que se muestra en la figura 16A, se calcula el periodo de inyección ΔT correspondiente al estado de funcionamiento a partir del mapa que se muestra en la figura 16B, y se inyectan hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos según el tiempo WT de inyección y el periodo de inyección ΔT calculados.

30 Por otro lado, cuando se evalúa en la etapa 60 que $\text{TC} < \text{TC}_0$, es decir, cuando el catalizador 13 de purificación de gases de escape no está activado, la rutina avanza a la etapa 62 en la que se realiza la acción de purificación de NO_x mediante el segundo método de purificación de NO_x . Es decir, en la etapa 62, se calcula la cantidad NOXA de NO_x expulsado por unidad de tiempo a partir del mapa que se muestra en la figura 18. A continuación, en la etapa 63, se añade la cantidad de NO_x que se expulsa NOXA a ΣNO_x mediante lo cual se calcula la cantidad de NO_x almacenada, ΣNO_x . A continuación, en la etapa 64, se evalúa si la cantidad de NO_x almacenada, ΣNO_x , supera el valor permisible MAX. Si $\Sigma\text{NO}_x > \text{MAX}$, la rutina avanza a la etapa 65 en la que se calcula la cantidad WR de combustible adicional a partir del mapa que se muestra en la figura 20 y se realiza la acción de inyección del combustible adicional. A continuación, en la etapa 66, se borra ΣNO_x .

40 Ahora, tal como se explicó anteriormente, si se usa el primer método de purificación de NO_x , aunque la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape se vuelva alta, puede obtenerse una alta tasa de purificación de NO_x . Los inventores emprendieron investigaciones repetidas referentes a aumentar adicionalmente la tasa de purificación de NO_x cuando se usa el primer método de purificación de NO_x y, como resultado, encontraron que la capacidad de deposición de moléculas de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape tiene un gran efecto sobre la mejora de la tasa de purificación de NO_x . Por tanto, en primer lugar, se explicará esto con referencia a la figura 22.

50 Tal como se explicó anteriormente, cuando está realizándose la acción de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x , si se alimentan hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, los hidrocarburos se depositan sucesivamente sobre todo el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Los hidrocarburos radicales que se producen en este momento reaccionan con el NO_x^* activo mediante lo cual se produce el producto intermedio reductor. Este producto intermedio reductor se deposita o se adsorbe en la superficie de la capa 53 básica. Después de esto, si los hidrocarburos que se depositan alrededor del producto intermedio reductor se oxidan o se consumen, y de ese modo aumenta la concentración de oxígeno alrededor del producto intermedio reductor, el producto intermedio reductor reacciona con el NO_x^* activo o con el oxígeno o se descompone por sí mismo para convertirse en N_2 , CO_2 y H_2O , de modo que se elimina el NO_x .

60 Ahora bien, bajo la acción de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x , el NO_x que está contenido en los gases de escape se mantiene una vez en forma de producto intermedio reductor sobre el catalizador 13 de purificación de gases de escape y después se elimina. Por tanto, para eliminar correctamente el NO_x , es necesario producir tanto producto intermedio reductor como sea posible. En este caso, el producto intermedio reductor se produce a partir de los hidrocarburos radicales, mientras que los hidrocarburos radicales se producen a partir de los hidrocarburos que se depositan sobre el catalizador 13 de purificación de gases de escape, de modo que para hacer que la cantidad de producción del producto intermedio reductor aumente, es necesario hacer que se depositen tantos hidrocarburos como sea posible sobre el catalizador 13 de purificación de gases de

escape.

5 Con respecto a esto, los hidrocarburos que se alimentan desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos se someten a craqueo si fluyen al interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape. En este momento, el número de átomos de carbono de las moléculas de hidrocarburos se vuelve menor y el número de moléculas de hidrocarburos aumenta. Tal acción de craqueo de hidrocarburos continúa hasta que los hidrocarburos fluyen a través del interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, tal como se muestra en la figura 22, el número de átomos de carbono de las moléculas de hidrocarburos dentro del catalizador 13 de purificación de gases de escape se vuelve menor cuanto más aguas abajo se encuentra, mientras que el número de moléculas de hidrocarburos aumenta cuando más aguas abajo se encuentra. En este caso, cuanto menor es el número de moléculas de hidrocarburos, más fácil es producir el producto intermedio reductor. Además, como resulta natural, cuanto mayor es el número de moléculas de hidrocarburos, mayor es la cantidad de producto intermedio reductor producido. Por tanto, para producir tanto producto intermedio reductor como sea posible sobre el catalizador 13 de purificación de gases de escape, tal como se muestra en la figura 22, cuanto más aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape se encuentra, mayor tiene que volverse la capacidad de deposición de moléculas de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape.

20 Por tanto, en la presente invención, el catalizador 13 de purificación de gases de escape se forma de modo que la capacidad de deposición de hidrocarburos en la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape se vuelve superior a la capacidad de deposición de hidrocarburos en la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape. En este caso, tal como se entenderá a partir de la figura 22, preferiblemente, cuanto más aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape se encuentra, mayor tiene que volverse la capacidad de deposición de los hidrocarburos sobre el catalizador 13 de purificación de gases de escape.

25 A continuación, haciendo referencia a de la figura 23A a la figura 26B, se explicarán sucesivamente diversas realizaciones del catalizador 13 de purificación de gases de escape diseñado para aumentar la capacidad de deposición de hidrocarburos en la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape con respecto a la capacidad de deposición de hidrocarburos en la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

30 En primer lugar, explicando las figuras 23A y 23B y la figura 24, estas figuras 23A y 23B y 24 muestran realizaciones en las que la estructura de la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape se vuelve una estructura que tiene una mayor capacidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape en comparación con la estructura de la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

35 Es decir, en la realización que se muestra en la figura 23A, el catalizador 13 de purificación de gases de escape está compuesto por los dos catalizadores del catalizador 13a de lado aguas arriba y el catalizador 13b de lado aguas abajo. Los sustratos del catalizador 13a de lado aguas arriba y el catalizador 13b de lado aguas abajo están formados, por ejemplo, por cordierita. Los sustratos del catalizador 13a de lado aguas arriba y el catalizador 13b de lado aguas abajo portan un soporte de catalizador compuesto, por ejemplo, por alúmina sobre los mismos. Tal como se muestra en la figura 2, este soporte 50 de catalizador porta catalizadores 51 y 52 de metales preciosos sobre el mismo y está formado con la capa 53 básica.

40 El catalizador 13a de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape, tal como se muestra en la figura 23A, está dotado de una pluralidad de conductos 70 de flujo de gases de escape que se extienden a lo largo de la línea axial del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Los gases de escape fluyen a través de los interiores de estos conductos 70 de flujo de gases de escape directamente a lo largo de la línea axial del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Es decir, la estructura de flujo de gases de escape de la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape es un tipo de flujo rectilíneo en el que los gases de escape fluyen a través de una pluralidad de conductos de flujo de gases de escape que se extienden a lo largo de la línea axial del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

45 El catalizador 13a de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape, tal como se muestra en la figura 23A, está dotado de una pluralidad de conductos 70 de flujo de gases de escape que se extienden a lo largo de la línea axial del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Los gases de escape fluyen a través de los interiores de estos conductos 70 de flujo de gases de escape directamente a lo largo de la línea axial del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Es decir, la estructura de flujo de gases de escape de la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape es un tipo de flujo rectilíneo en el que los gases de escape fluyen a través de una pluralidad de conductos de flujo de gases de escape que se extienden a lo largo de la línea axial del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

50 Por otro lado, en la realización que se muestra en la figura 23A, el catalizador 13b de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape tiene una forma en sección transversal con forma de panel de abejas. Este catalizador 13b de lado aguas abajo está dotado de una pluralidad de conductos 72 y 73 de flujo de gases de escape que están separados por paredes 71 de división y que se extienden a lo largo de la línea axial del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Los conductos 72 de flujo de gases de escape y los conductos 73 de flujo de gases de escape están dispuestos de manera alternante a través de las paredes 71 de división. Los conductos 72 de flujo de gases de escape están abiertos en sus extremos aguas arriba, mientras que los conductos 73 de flujo de gases de escape están abiertos en sus extremos aguas abajo. Por tanto, los gases de escape que fluyen al interior de los conductos 72 de flujo de gases de escape, tal como se muestra por las flechas, fluyen a través de los interiores de las paredes 71 de división y fluyen al interior de los conductos 73 de flujo de gases de escape. Es decir, en la realización que se muestra en la figura 23A, la estructura de flujo de gases de escape de la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape es del tipo de flujo de pared en el

que los gases de escape fluyen a través de los interiores de las paredes 71 de división de los conductos 72 y 73 de flujo de gases de escape que se extienden a lo largo de la línea axial del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

5 En comparación con el tipo de flujo rectilíneo del catalizador 13a de lado aguas arriba, el tipo de flujo de pared del catalizador 13b de lado aguas abajo tiene una mayor capacidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, en esta realización, la capacidad de deposición de hidrocarburos en la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape se vuelve superior a la capacidad de deposición de hidrocarburos en la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, la cantidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta y, como resultado, la cantidad de producción del producto intermedio reductor en el catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta, de modo que se aumenta la tasa de purificación de NO_x . Obsérvese que en esta realización, el catalizador 13b de lado aguas abajo se usa como filtro de partículas. Por tanto, en esta

15 realización, se omite el filtro 14 de partículas que se muestra en la figura 1. También en la realización que se muestra en la figura 23B, el catalizador 13 de purificación de gases de escape está compuesto por los dos catalizadores del catalizador 13a de lado aguas arriba y el catalizador 13b de lado aguas abajo. La estructura de flujo de gases de escape del catalizador 13a de lado aguas arriba es un tipo de flujo rectilíneo en el que los gases de escape fluyen a través de una pluralidad de conductos de flujo de gases de escape que se extienden a lo largo de la línea axial del catalizador 13 de purificación de gases de escape. El sustrato de este catalizador 13a de lado aguas arriba también está formado por cordierita. Por otro lado, en esta realización, el catalizador 13b de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape está compuesto por un agregado de gránulos de un catalizador. Obsérvese que los sustratos del catalizador 13a de lado aguas arriba y el catalizador 13b de lado aguas abajo en forma de gránulos portan un soporte de catalizador que está compuesto, por ejemplo, por alúmina. Tal como se muestra en la figura 2, este soporte 50 de catalizador porta los catalizadores 51 y 52 de metales preciosos y está formado con la capa 53 básica.

También en esta realización, en comparación con un tipo de flujo rectilíneo de catalizador 13a de lado aguas arriba, el catalizador 13b de lado aguas abajo en forma de gránulo tiene una mayor capacidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, también en esta realización, la capacidad de deposición de hidrocarburos en la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape se vuelve superior a la capacidad de deposición de hidrocarburos en la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, la cantidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta y, como resultado, la cantidad de producción del producto intermedio reductor en el catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta, de modo que se aumenta la tasa de purificación de NO_x .

También en la realización que se muestra en la figura 24, el catalizador 13 de purificación de gases de escape está compuesto por los dos catalizadores del catalizador 13a de lado aguas arriba y el catalizador 13b de lado aguas abajo. Los sustratos de este catalizador 13a de lado aguas arriba y este catalizador 13b de lado aguas abajo están formados, por ejemplo, por cordierita. Los sustratos del catalizador 13a de lado aguas arriba y el catalizador 13b de lado aguas abajo portan de manera similar un soporte de catalizador que está compuesto, por ejemplo, por alúmina. Tal como se muestra en la figura 2, este soporte 50 de catalizador porta los catalizadores 51 y 52 de metales preciosos y está formado con la capa 53 básica.

45 En esta realización, la estructura de flujo de gases de escape del catalizador 13a de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape es un tipo de flujo rectilíneo en el que los gases de escape fluyen a través de una pluralidad de conductos 75 de flujo de gases de escape que se extienden a lo largo de la línea axial del catalizador 13 de purificación de gases de escape, mientras que la estructura de flujo de gases de escape del catalizador 13b de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape también es un tipo de flujo rectilíneo en el que los gases de escape fluyen a través de una pluralidad de conductos 76 de flujo de gases de escape que se extienden a lo largo de la línea axial del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Sin embargo, en esta realización, tal como se muestra en la figura 24, en comparación con el área en sección transversal de los conductos 75 de flujo de gases de escape del catalizador 13a de lado aguas arriba, el área en sección transversal de los conductos 76 de flujo de gases de escape del catalizador 13b de lado aguas abajo se forma más pequeña.

50 Si se forma de este modo el área en sección transversal de los conductos 76 de flujo de gases de escape de la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape más pequeña que el área en sección transversal de los conductos 75 de flujo de gases de escape de la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape, en comparación con la parte de lado aguas arriba, la parte de lado aguas abajo pasa a tener una mayor capacidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, la cantidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta y, como resultado, la cantidad de producción del producto intermedio reductor en el catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta, de modo que se aumenta la tasa de purificación de NO_x .

La figura 25 muestra una realización que usa, como sustrato de la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape, un sustrato en el que la capacidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape se vuelve mayor en comparación con el sustrato de la parte de lado aguas arriba del catalizador 1 de purificación de gases de escape.

Tal como se muestra en la figura 25, también en esta realización, el catalizador 13 de purificación de gases de escape está compuesto por los dos catalizadores del catalizador 13a de lado aguas arriba y el catalizador 13b de lado aguas abajo. Sin embargo, en esta realización, se usa un sustrato de metal que está compuesto por una lámina delgada de metal como sustrato del catalizador 13a de lado aguas arriba. En contraposición a esto, el sustrato del catalizador 13b de lado aguas abajo está formado por un sustrato de cordierita, sustrato de carburo de silicio, sustrato de alúmina-titanio u otro sustrato cerámico. Los sustratos de este catalizador 13a de lado aguas arriba y este catalizador 13b de lado aguas abajo portan de manera similar, por ejemplo, un soporte de catalizador compuesto por alúmina. Tal como se muestra en la figura 2, este soporte 50 de catalizador porta catalizadores 51 y 52 de metales preciosos y está formado con la capa 53 básica.

En comparación con el caso en el que el sustrato del catalizador 13 de purificación de gases de escape está formado a partir de un sustrato de metal, la formación a partir de un sustrato de cordierita, sustrato de carburo de silicio, sustrato de alúmina-titanio, u otro sustrato cerámico da como resultado una mayor capacidad de deposición de hidrocarburo en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, también en esta realización, la capacidad de deposición de hidrocarburos en la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape se vuelve superior a la capacidad de deposición de hidrocarburos en la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, la cantidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta y, como resultado, la cantidad de producción del producto intermedio reductor en el catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta, de modo que se aumenta la tasa de purificación de NO_x .

Las figuras 26A y 26B muestran realizaciones que usan, como composición de catalizador de la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape, una composición de catalizador en la que la capacidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape se vuelve superior en comparación con la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

Es decir, en la realización que se muestra en la figura 26A, el catalizador 13 de purificación de gases de escape está compuesto por una parte 13a de catalizador de lado aguas arriba y una parte 13b de catalizador de lado aguas abajo. Los sustratos de esta parte 13a de catalizador de lado aguas arriba y esta parte 13b de catalizador de lado aguas abajo están formados, por ejemplo, a partir de un fragmento de cordierita. Además, en esta realización, el sustrato de la parte 13b de catalizador de lado aguas abajo contiene zeolita sobre el mismo.

En este caso, el sustrato de la parte 13a de catalizador de lado aguas arriba también puede contener zeolita sobre el mismo, pero en este caso, una mayor cantidad de zeolita está contenida sobre el sustrato de la parte 13b de catalizador de lado aguas abajo en comparación con la parte 13a de catalizador de lado aguas arriba. Obsérvese que, también en esta realización, los sustratos de la parte 13a de catalizador de lado aguas arriba y la parte 13b de catalizador de lado aguas abajo portan, por ejemplo, un soporte de catalizador compuesto por alúmina. Tal como se muestra en la figura 2, este soporte 50 de catalizador porta los catalizadores 51 y 52 de metales preciosos y está formado con la capa 53 básica.

De esta manera, en esta realización, la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape contiene una mayor cantidad de zeolita en comparación con la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape o sólo la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape contiene zeolita. Tal como se conoce bien, la zeolita tiene la función de adsorber y mantener una gran cantidad de hidrocarburos. Por tanto, si, de esta manera, se hace que la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape contenga una mayor cantidad de zeolita en comparación con la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape o se hace que sólo la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape contenga zeolita, la parte de lado aguas abajo pasa a tener una mayor capacidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape en comparación con la parte de lado aguas arriba. Por tanto, la cantidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta y, como resultado, la cantidad de producción del producto intermedio reductor en el catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta, de modo que se aumenta la tasa de purificación de NO_x .

En la realización que se muestra en la figura 26B, el catalizador 13 de purificación de gases de escape está compuesto por la pluralidad de partes 77a a 77e de catalizador, mientras que los sustratos de estas partes 77a a 77b de catalizador está formados a partir de un único fragmento de cordierita. Este sustrato porta un soporte de catalizador que está compuesto por alúmina. Tal como se muestra en la figura 2, este soporte 50 de catalizador porta los catalizadores 51 y 52 de metales preciosos y está formado con la capa 53 básica.

En esta realización, se hace que el contenido de alúmina aumente gradualmente desde el lado aguas arriba hacia el

5 lado aguas abajo. Es decir, se hace que el contenido de alúmina aumente gradualmente desde la parte 77a de catalizador hasta la parte 77b de catalizador, parte 77c de catalizador, parte 77d de catalizador y parte 77e de catalizador en ese orden. Por tanto, en esta realización, la parte de lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape contiene una mayor cantidad de alúmina en comparación con la parte de lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

10 Si el contenido de alúmina aumenta, el área superficial específica del soporte de catalizador aumenta. Por tanto, cuanto mayor es el contenido de alúmina, mayor es la capacidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, en esta realización, la parte de lado aguas abajo pasa a tener mayor capacidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape en comparación con la parte de lado aguas arriba. Por tanto, también en esta realización, la cantidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta y, como resultado, la cantidad de producción del producto intermedio reductor en el catalizador 13 de purificación de gases de escape aumenta, de modo que se aumenta la tasa de purificación de NO_x .

15 Obsérvese que, como otra realización, también es posible disponer un catalizador de oxidación para reformar los hidrocarburos aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape dentro del conducto de gases de escape de motor.

20 **Lista de números de referencia**

- 4. colector de admisión
- 5. colector de escape
- 25 7. turbocompresor de escape
- 12. tubería de escape
- 30 13. catalizador de purificación de gases de escape
- 14. filtro de partículas
- 35 15. válvula de alimentación de hidrocarburos

REIVINDICACIONES

1. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna, que comprende:
- 5 una válvula (15) de alimentación de hidrocarburos para alimentar hidrocarburos, estando la válvula (15) de alimentación de hidrocarburos dispuesta en un conducto (12) de gases de escape de motor,
- 10 un catalizador (13) de purificación de gases de escape para hacer reaccionar NO_x contenido en unos gases de escape e hidrocarburos reformados, estando el catalizador (13) de purificación de gases de escape dispuesto en el conducto (12) de gases de escape de motor aguas abajo de la válvula (15) de alimentación de hidrocarburos, y
- 15 medios (30) de control para controlar el sistema de purificación de gases de escape,
- en el que
- se portan catalizadores (51, 52) de metales preciosos en superficies de flujo de gases de escape del catalizador (13) de purificación de gases de escape,
- 20 partes de superficie de flujo de gases de escape básicas están formadas alrededor de los catalizadores (51, 52) de metales preciosos, y
- el catalizador (13) de purificación de gases de escape tiene una propiedad de reducir el NO_x que está contenido en los gases de escape si se controla una concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador (13) de purificación de gases de escape para que vibre dentro de un intervalo predeterminado de amplitud y dentro de un intervalo predeterminado de periodo y tiene una propiedad de
- 25 aumentar la cantidad almacenada de NO_x que está contenido en los gases de escape si se controla un periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos para que sea mayor que el intervalo predeterminado, y
- 30 los medios (30) de control están adaptados para, en el momento del funcionamiento del motor, controlar una cantidad de inyección de hidrocarburos desde la válvula (15) de alimentación de hidrocarburos de modo que una amplitud de cambio de concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador (13) de purificación de gases de escape entra dentro de dicho intervalo predeterminado de amplitud, y para controlar un periodo de inyección de hidrocarburos desde la válvula (15) de alimentación de hidrocarburos de modo que una concentración de hidrocarburos que fluyen al interior del catalizador (13) de purificación de gases de escape entra dentro de dicho intervalo predeterminado de periodo,
- 35 en el que, en este momento, en el catalizador (13) de purificación de gases de escape, el NO_x contenido en los gases de escape y los hidrocarburos reformados reaccionan mediante lo cual se produce un producto intermedio reductor que contiene nitrógeno e hidrocarburos, y
- 40 en el que el catalizador (13) de purificación de gases de escape se forma de modo que una capacidad de deposición de hidrocarburos en una parte (13b) de lado aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape se vuelve superior a una capacidad de deposición de hidrocarburos en una parte (13a) de lado aguas arriba del catalizador (13) de purificación de gases de escape para aumentar una cantidad de producción del producto intermedio reductor.
- 45
2. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 1, en el que una estructura de una parte (13b) de lado aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape se vuelve una estructura que tiene una mayor capacidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador (13) de purificación de gases de escape en comparación con una estructura de una parte (13a) de lado aguas arriba del catalizador (13) de purificación de gases de escape.
- 50
3. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 2, en el que la parte (13a) de lado aguas arriba del catalizador (13) de purificación de gases de escape se vuelve una estructura de flujo de gases de escape de un tipo de flujo rectilíneo en el que los gases de escape fluyen a través del interior de una pluralidad de conductos (70) de flujo de gases de escape que se extienden en una línea axial del catalizador (13) de purificación de gases de escape y la parte (13b) de lado aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape se vuelve una estructura de flujo de gases de escape de un tipo de flujo de pared en el que los gases de escape fluyen a través del interior de paredes (71) de división de los conductos (72, 73) de flujo de gases de escape que se extienden en una línea axial del catalizador (13) de purificación de gases de escape.
- 55
- 60
4. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 2, en el que la parte (13a) de lado aguas arriba del catalizador (13) de purificación de gases de escape se
- 65

- vuelve una estructura de flujo de gases de escape de un tipo de flujo rectilíneo en el que los gases de escape fluyen a través del interior de una pluralidad de conductos (70) de flujo de gases de escape que se extienden en una línea axial del catalizador (13) de purificación de gases de escape y la parte (13b) de lado aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape está compuesta por un agregado de catalizador en forma de gránulos.
- 5
5. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 2, en el que la parte (13a) de lado aguas arriba del catalizador (13) de purificación de gases de escape y la parte (13b) de lado aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape están dotadas de pluralidades de conductos (72, 73) de flujo de gases de escape que se extienden en una línea axial del catalizador (13) de purificación de gases de escape, y un área en sección transversal de los conductos (70) de flujo de gases de escape de la parte (13b) de lado aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape se vuelve menor en comparación con un área en sección transversal de los conductos (72, 73) de flujo de gases de escape de las partes de lado aguas arriba (13a) del catalizador (13) de purificación de gases de escape.
- 10
- 15
6. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 1, en el que como sustrato de la parte (13b) de lado aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape, se usa un sustrato en el que la capacidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador (13) de purificación de gases de escape es superior a un sustrato de la parte (13a) de lado aguas arriba del catalizador (13) de purificación de gases de escape.
- 20
7. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 6, en el que como sustrato de la parte (13a) de lado aguas arriba del catalizador (13) de purificación de gases de escape, se usa un sustrato de metal, mientras que como sustrato de la parte (13b) de lado aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape, se usa un sustrato de cordierita.
- 25
8. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 1, en el que como composición de catalizador de la parte (13b) de lado aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape, se usa una composición de catalizador que tiene una mayor capacidad de deposición de hidrocarburos en el catalizador (13) de purificación de gases de escape en comparación con la parte (13a) de lado aguas arriba del catalizador (13) de purificación de gases de escape.
- 30
9. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 8, en el que la parte (13b) de lado aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape contiene una mayor cantidad de zeolita en comparación con la parte (13a) de lado aguas arriba del catalizador (13) de purificación de gases de escape o sólo la parte (13b) de lado aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape contiene zeolita.
- 35
10. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 8, en el que la parte (13b) de lado aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape contiene una mayor cantidad de alúmina en comparación con la parte (13a) de lado aguas arriba del catalizador (13) de purificación de gases de escape.
- 40
11. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 1, en el que el periodo de inyección de los hidrocarburos es un periodo que es necesario para continuar produciendo el producto intermedio reductor.
- 45
12. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 10, en el que el periodo de inyección de los hidrocarburos es de entre 0,3 segundos y 5 segundos.
- 50
13. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 1, en el que los catalizadores (51, 52) de metales preciosos están compuestos por al menos uno de platino Pt, rodio Rh y paladio Pd.
- 55
14. Sistema de purificación de gases de escape de un motor (1) de combustión interna según la reivindicación 1, en el que capas básicas que contienen metales alcalinos o metales alcalinotérreos o tierras raras o metales que pueden donar electrones a NO_x están formadas sobre las superficies de flujo de gases de escape del catalizador (13) de purificación de gases de escape, y las superficies de las capas básicas forman dichas superficies de flujo de gases de escape básicas.
- 60

Fig.1

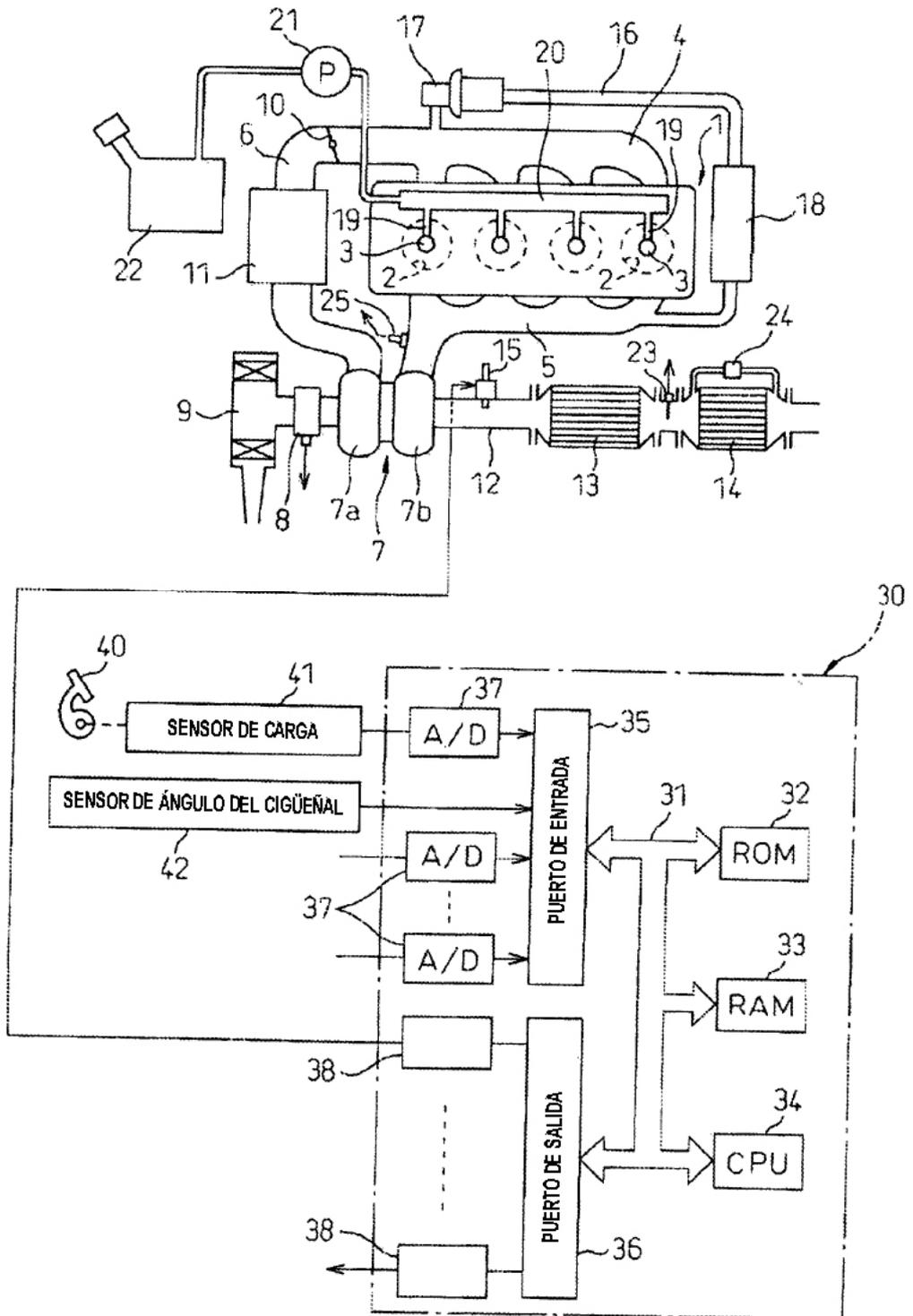


Fig. 2

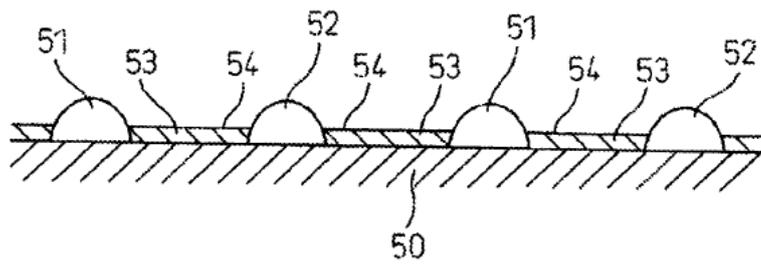


Fig. 3

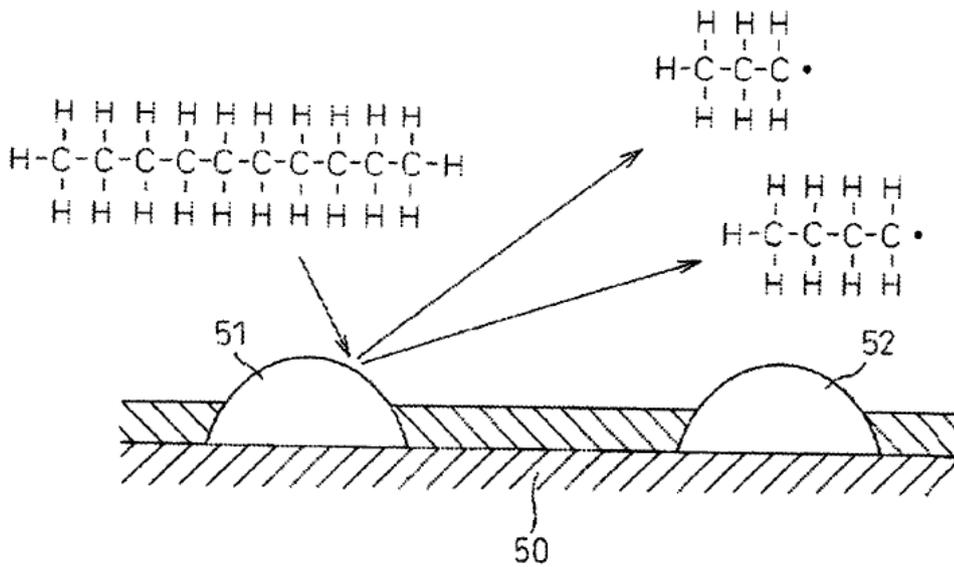


Fig.4

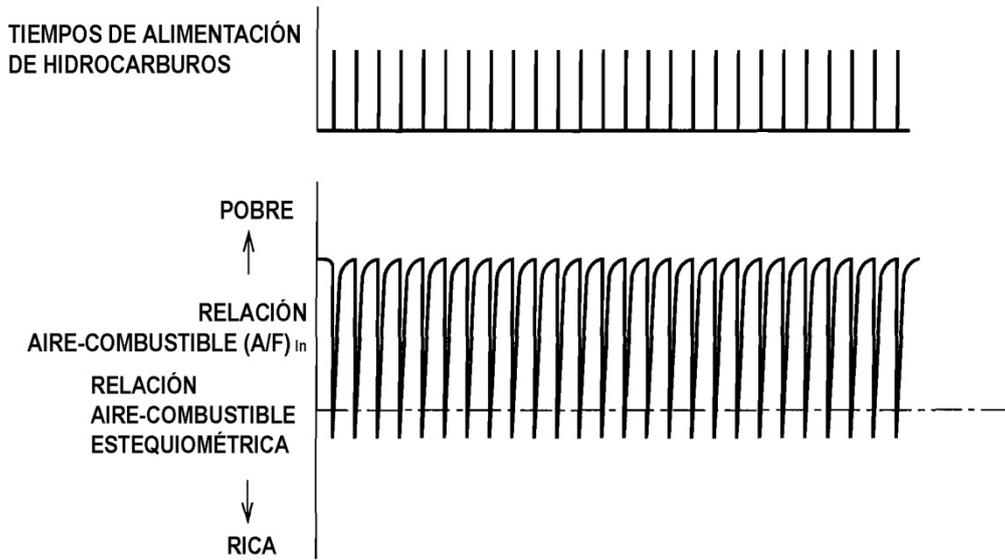


Fig.5

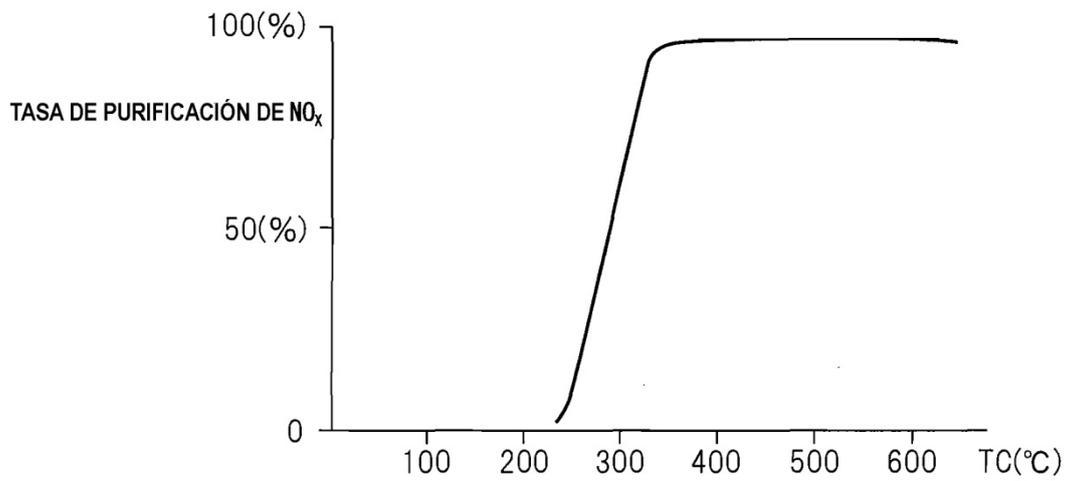


Fig.6A

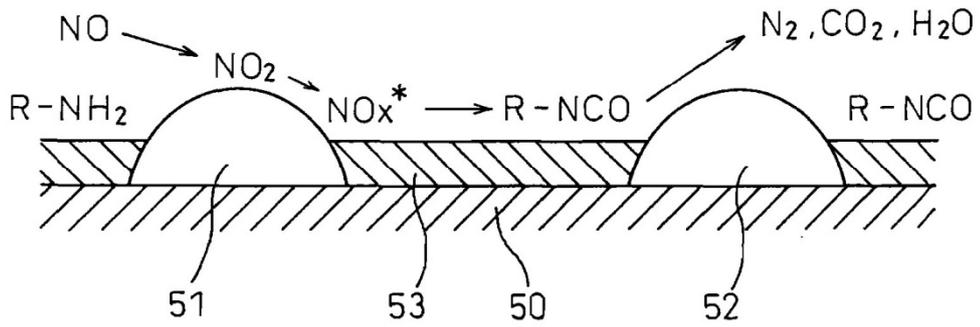


Fig.6B

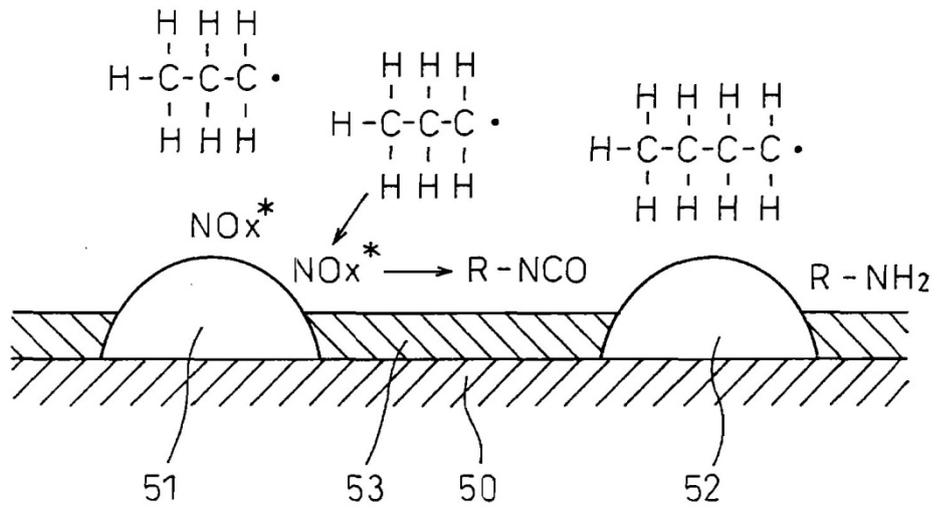


Fig.7A

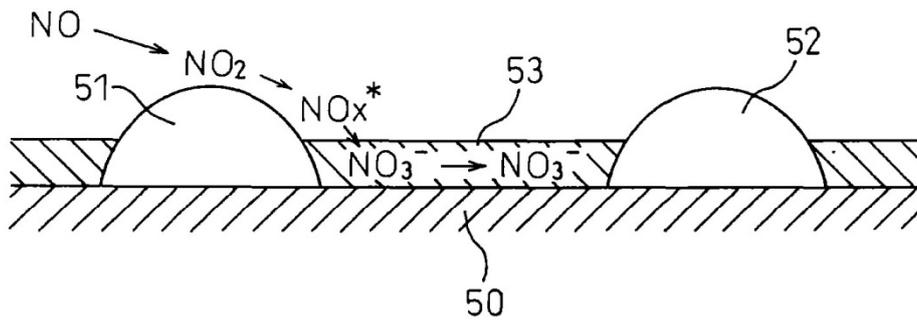


Fig.7B

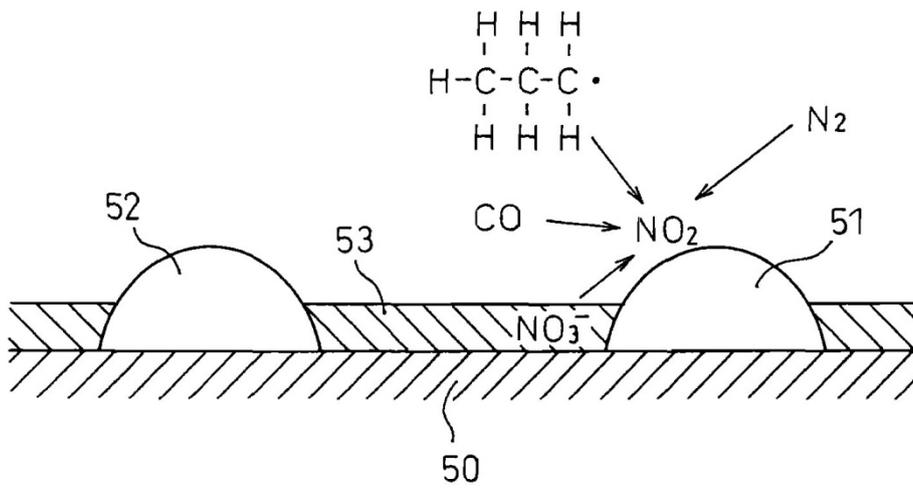


Fig.8

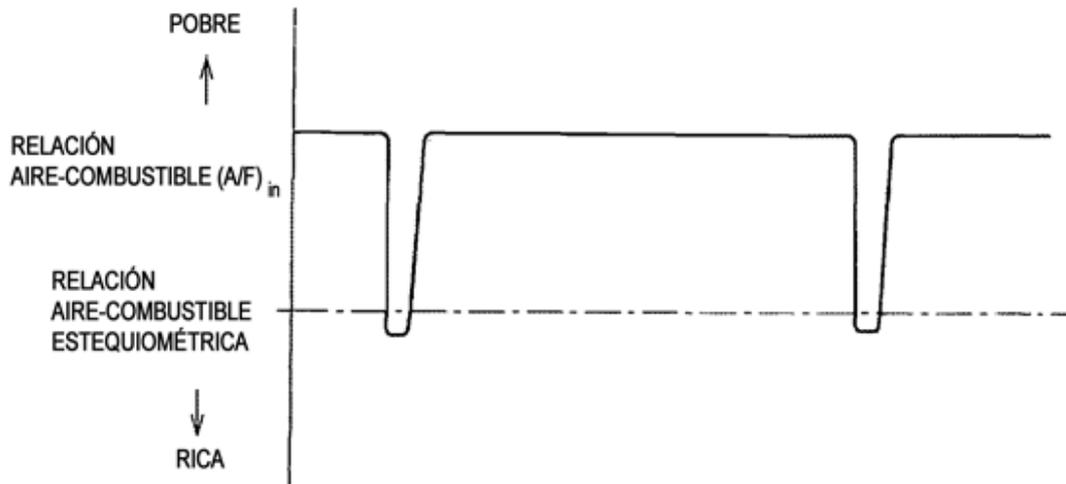


Fig.9

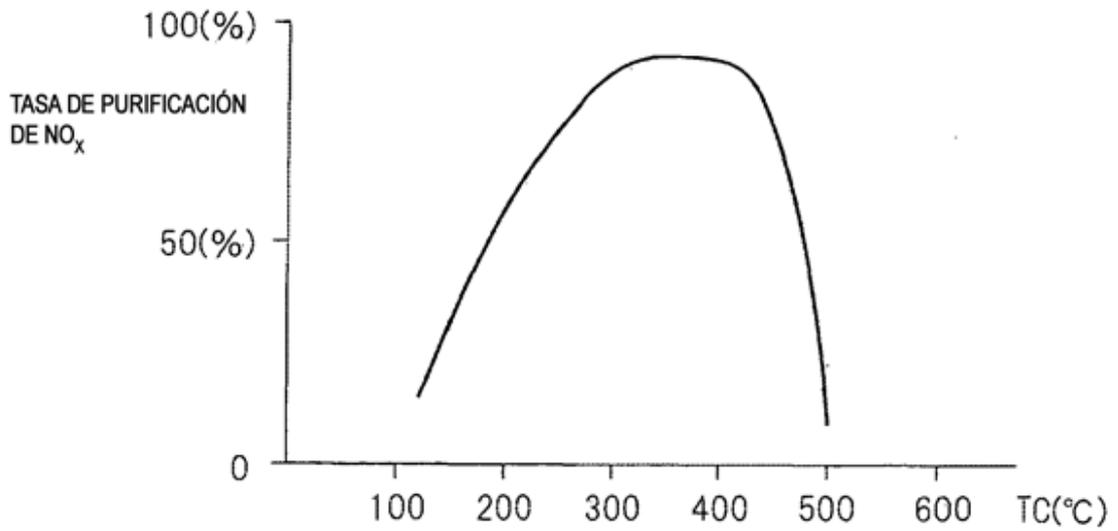


Fig.10

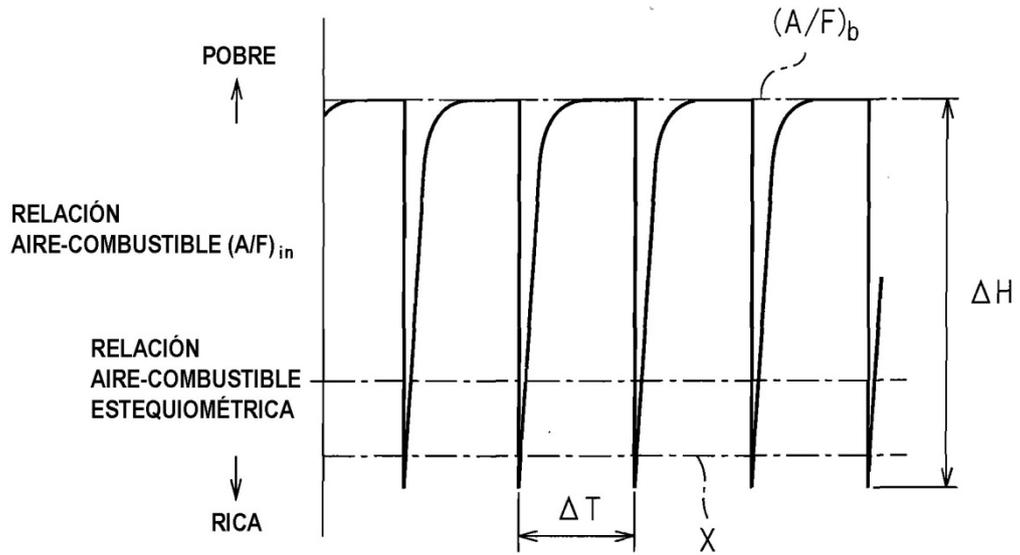


Fig.11

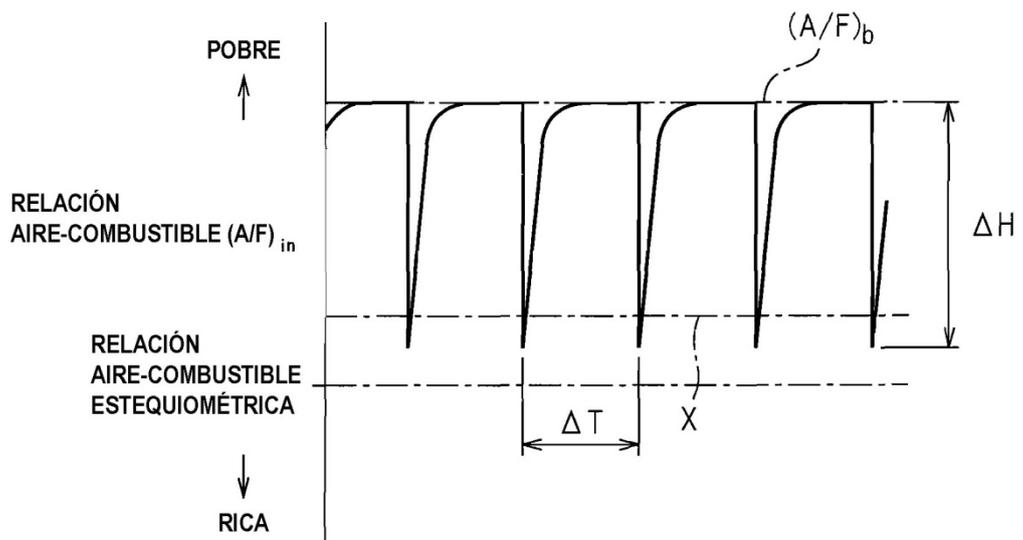


Fig.12

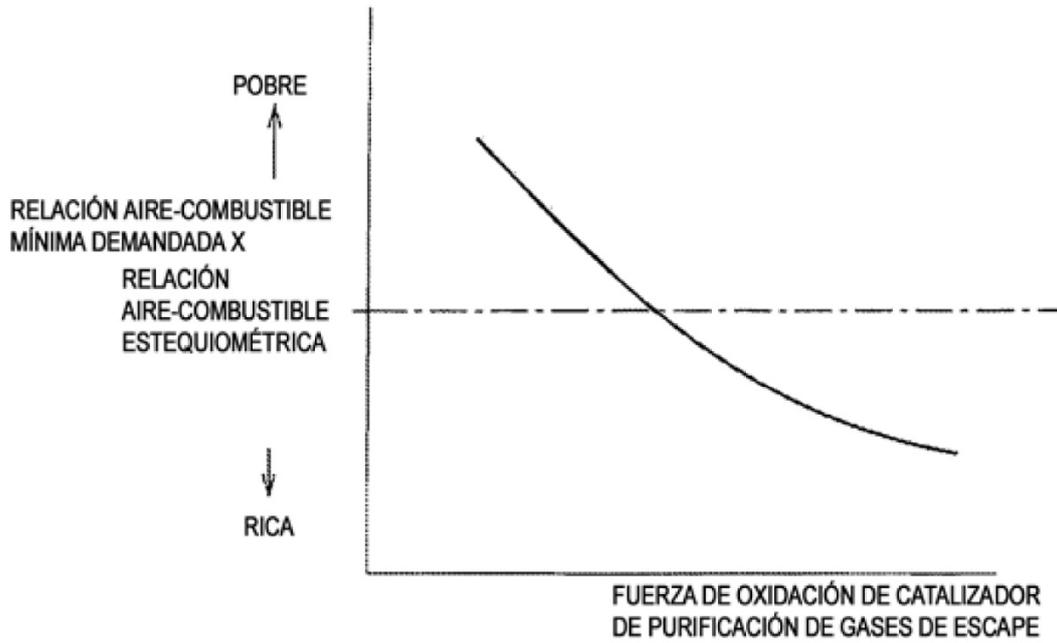


Fig.13

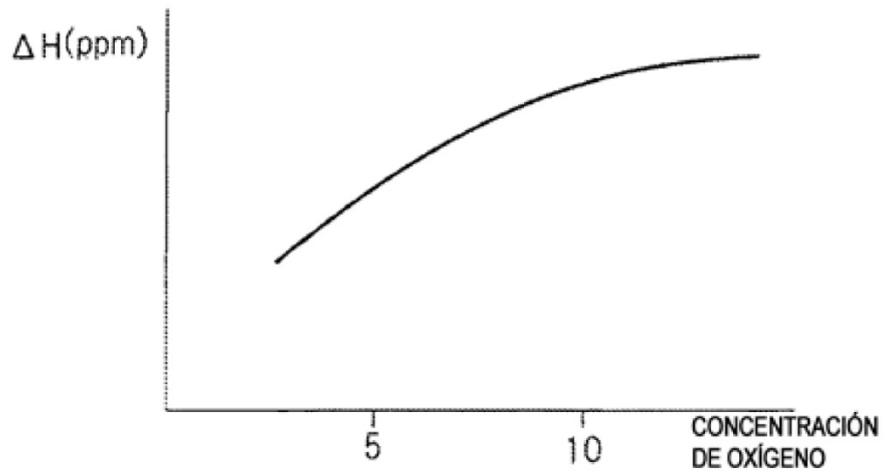


Fig.14

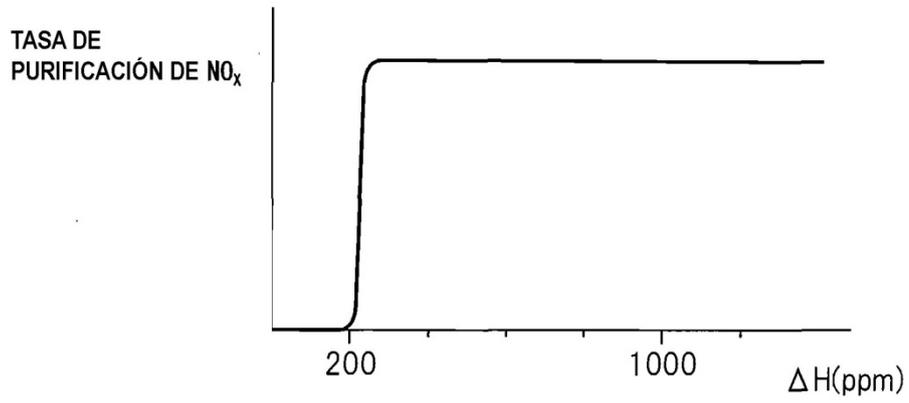


Fig.15

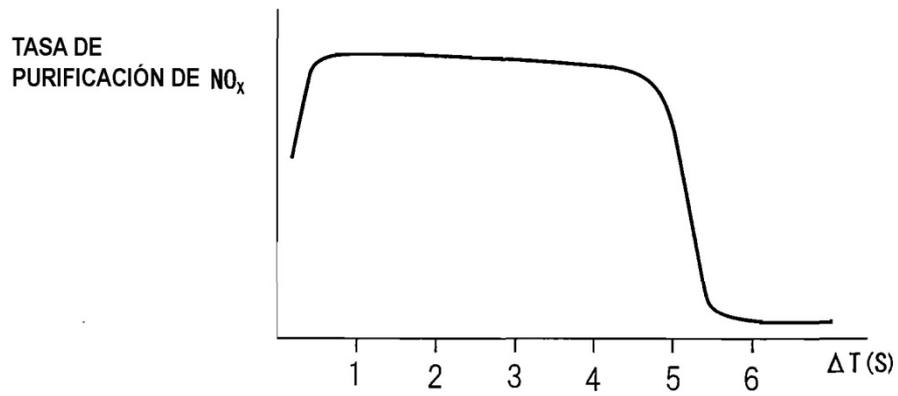


Fig.16A

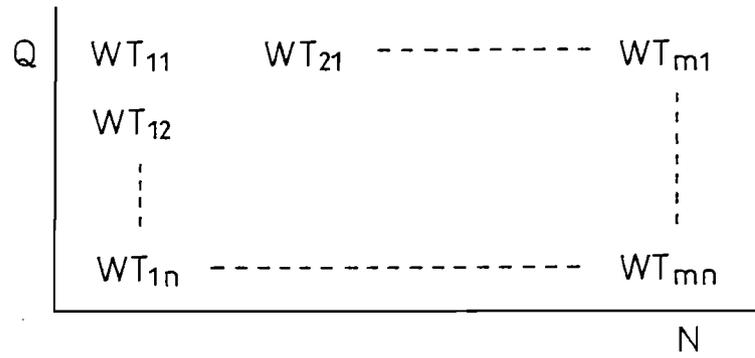


Fig.16B

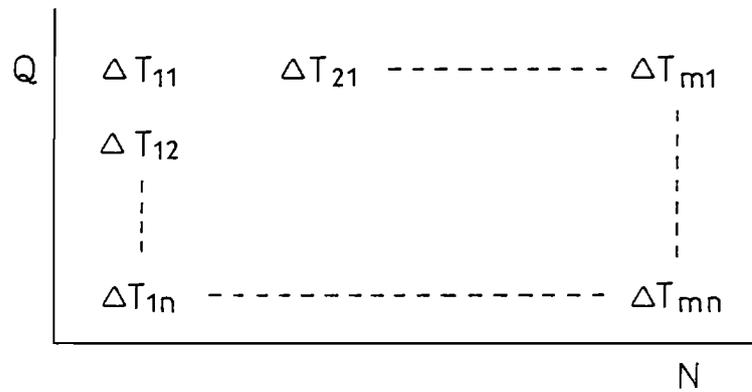


Fig.17

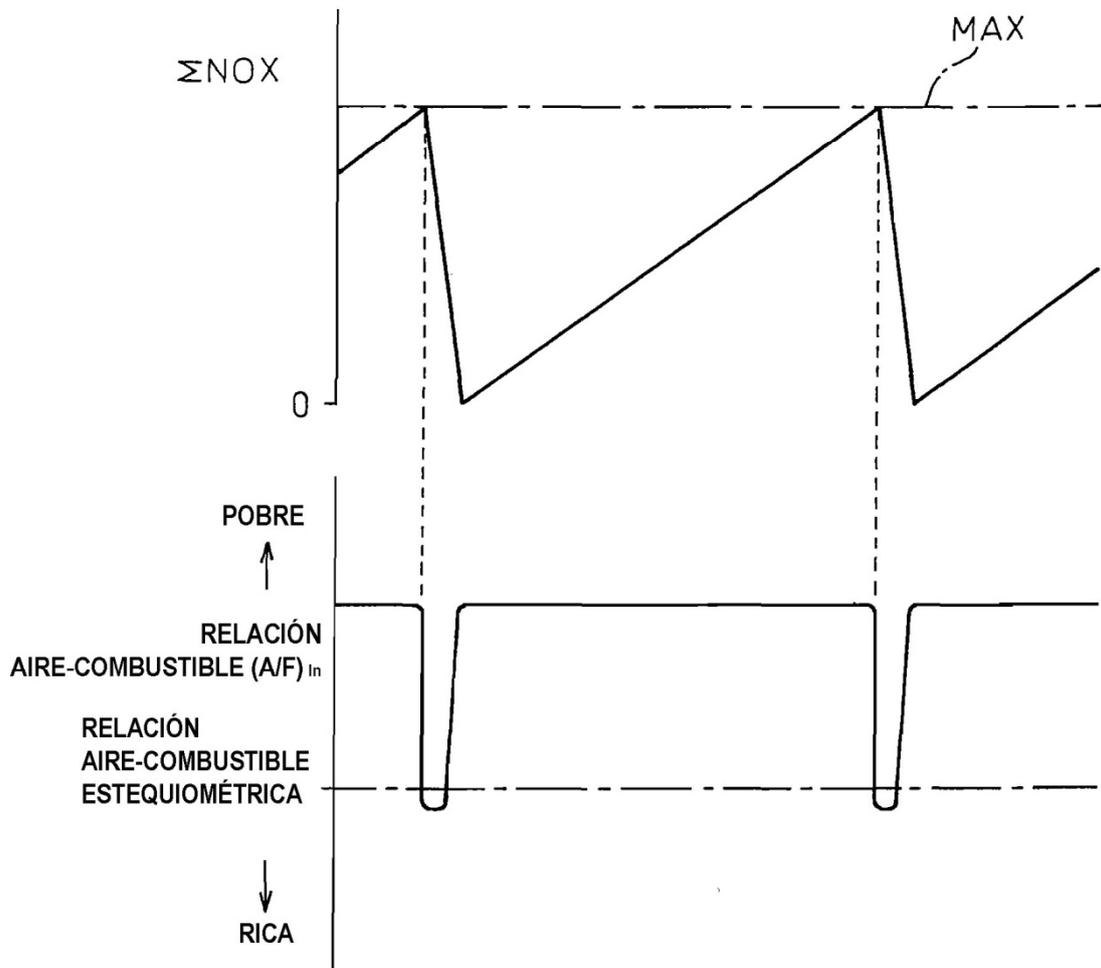


Fig.18

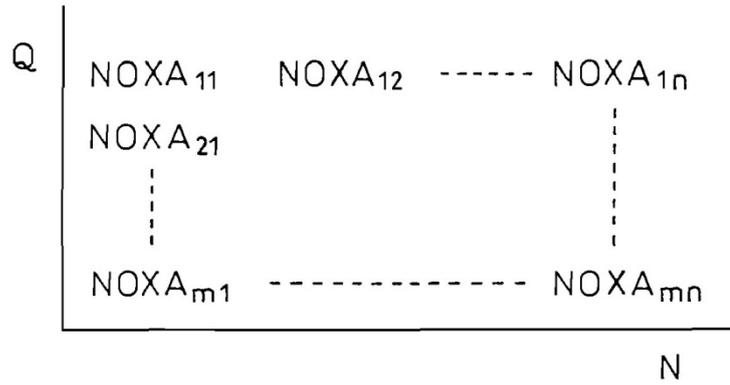


Fig.19

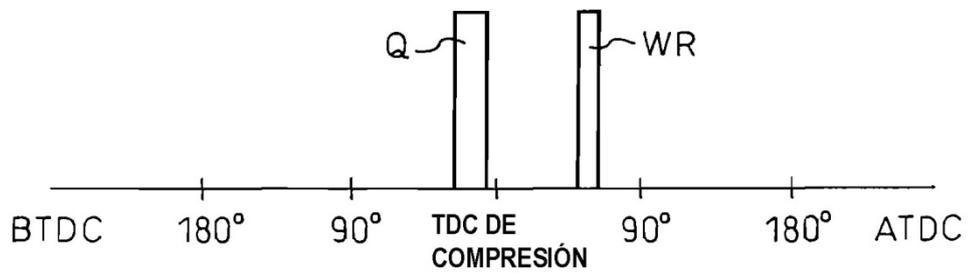


Fig.20

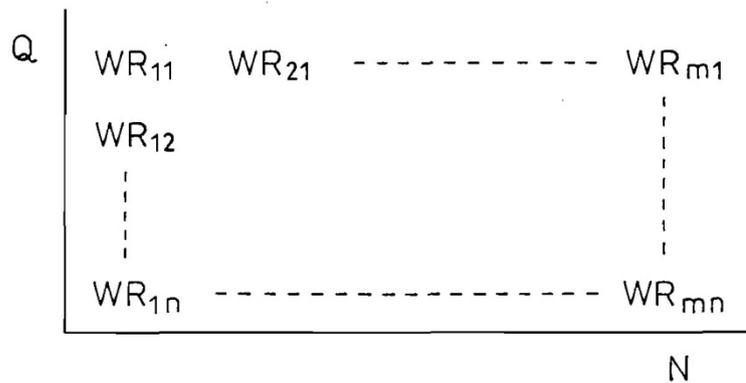


Fig.21

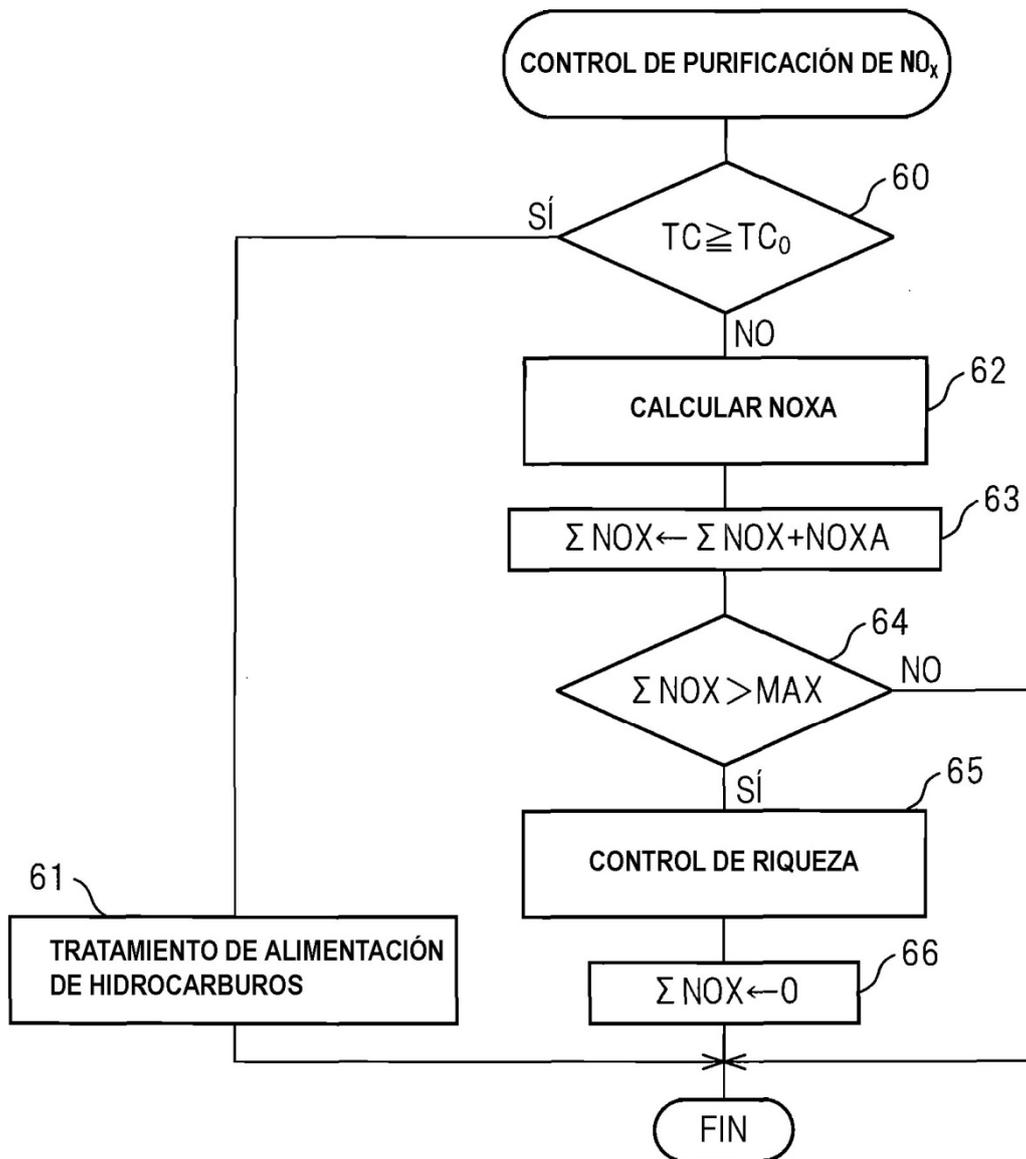


Fig.22

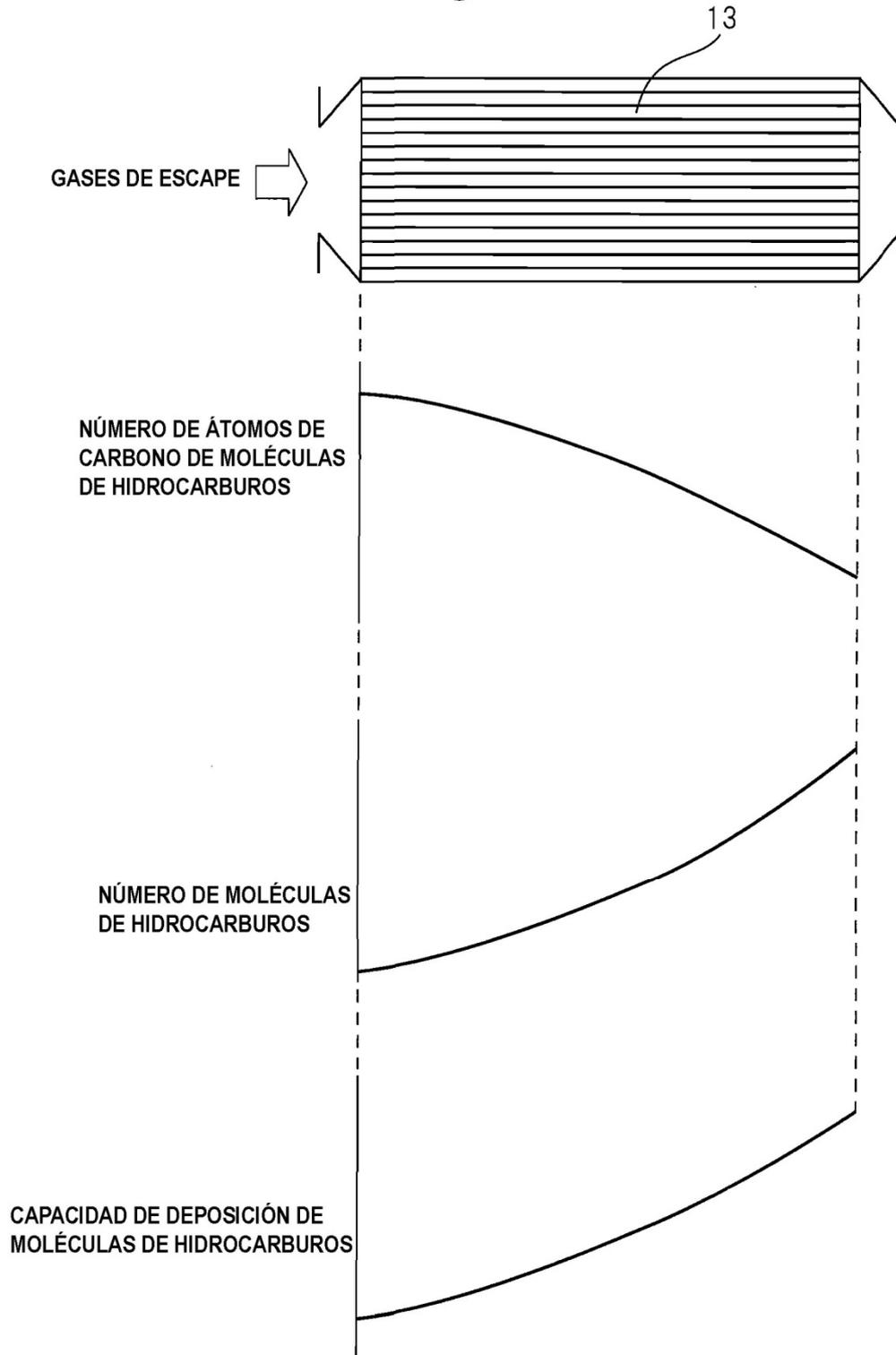


Fig.23A

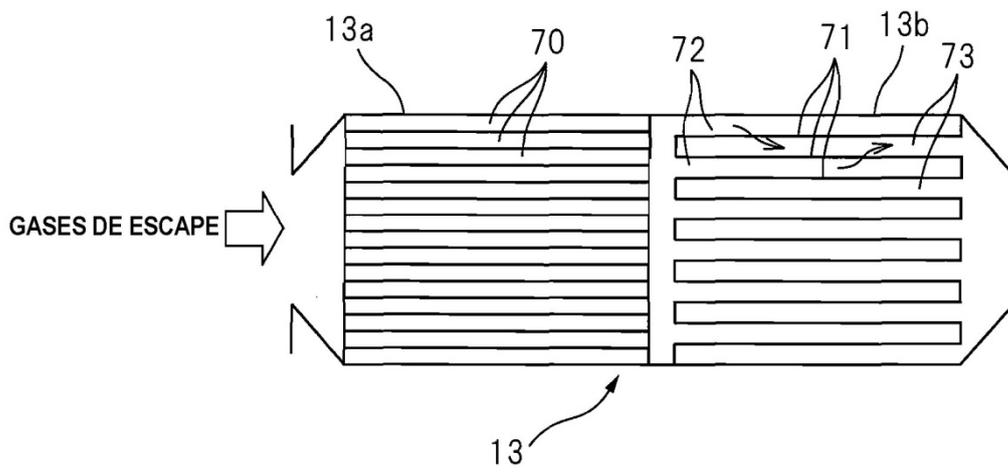


Fig.23B

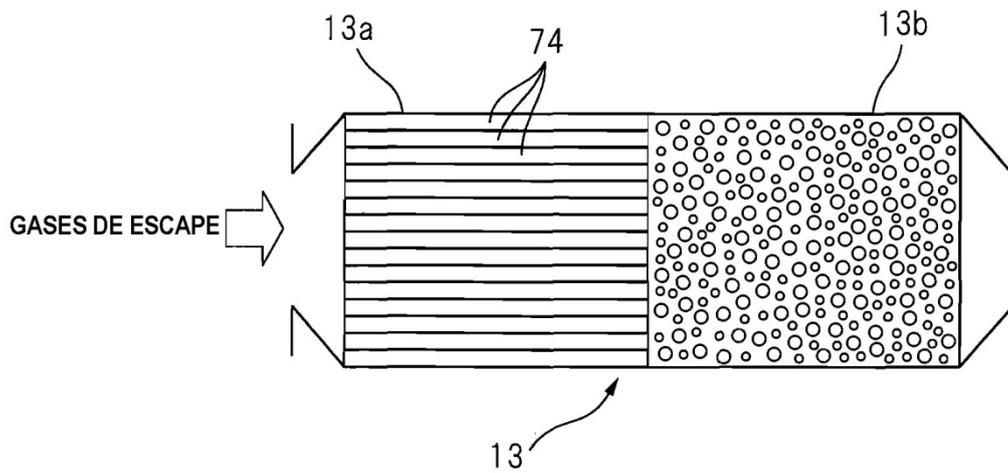


Fig.24

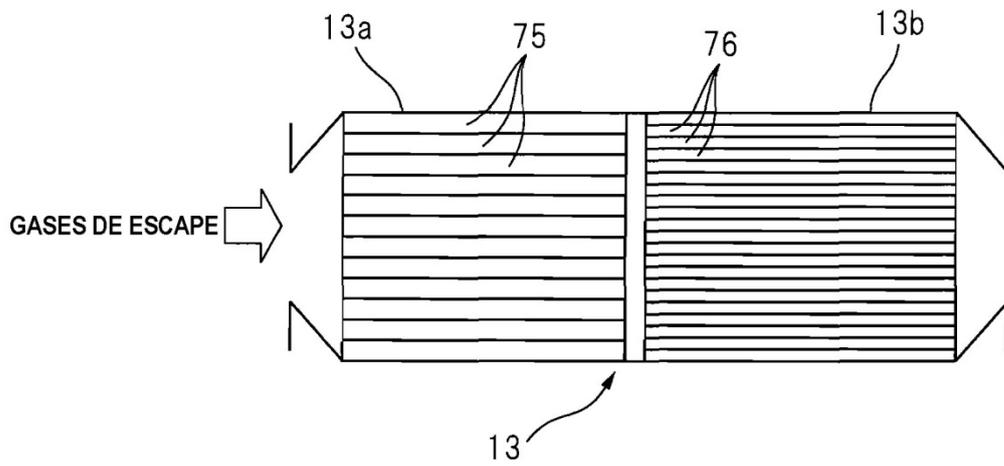


Fig.25

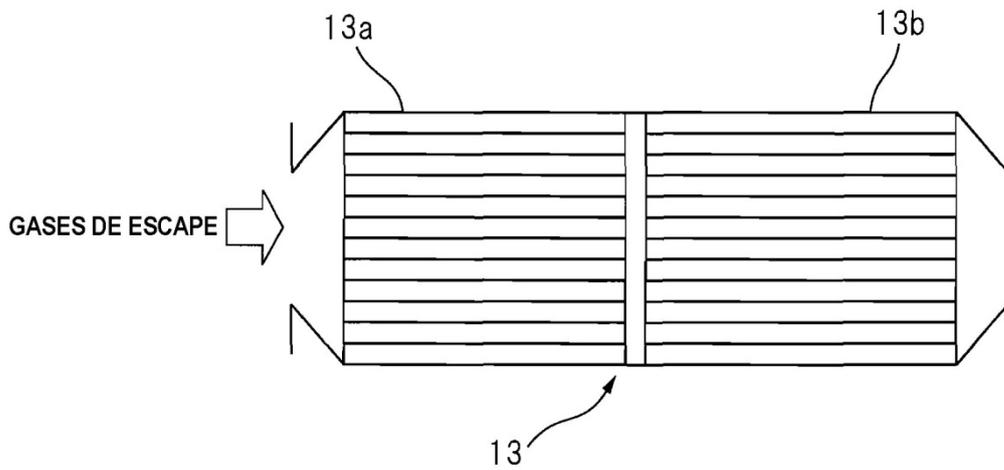


Fig.26A

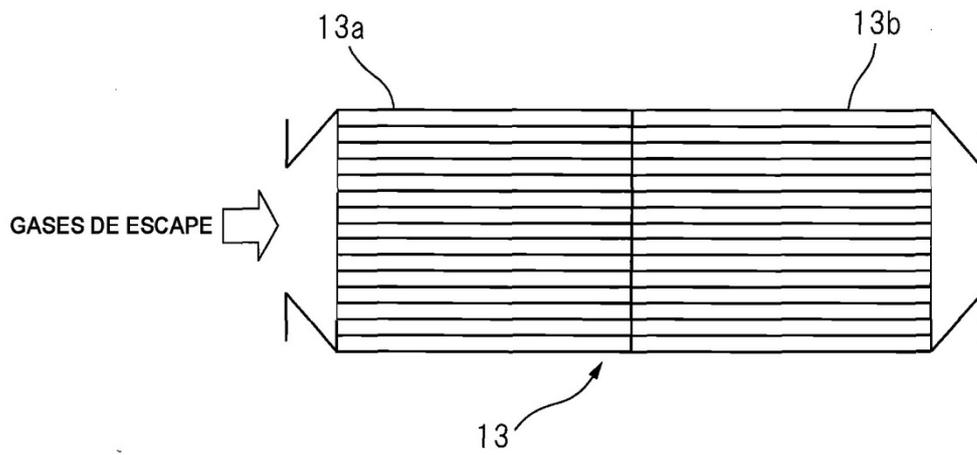


Fig.26B

