

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 672**

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: **17.01.2011 PCT/JP2011/051138**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.07.2012 WO12098688**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2011 E 11758074 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017 EP 2541009**

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

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.04.2018

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 2 661 672 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

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

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

10 Antecedentes de la técnica

Se conoce en la técnica, tal como se da a conocer por ejemplo en los documentos EP2239432A o EP1154130A, un motor de combustión interna que dispone, en un conducto de escape de motor, un catalizador de almacenamiento de NO_x que almacena NO_x que está contenido en los gases de escape cuando la relación aire-combustible de los gases de escape entrantes es pobre y que libera el NO_x almacenado cuando la relación aire-combustible de los gases de escape entrantes se enriquece, que dispone, en el conducto de escape de motor aguas arriba del catalizador de almacenamiento de NO_x, un catalizador de oxidación que tiene una función de adsorción, y que alimenta hidrocarburos en el conducto de escape de motor aguas arriba del catalizador de oxidación para enriquecer la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al catalizador de almacenamiento de NO_x cuando se libera NO_x desde el catalizador de almacenamiento de NO_x (por ejemplo, véase el documento de patentes 1).

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

Lista de citas

Bibliografía de patentes

30 Documento de patentes 1: patente japonesa n.º 3969450

Sumario de la invención**35 Problema técnico**

Sin embargo, existe el problema de que cuando el catalizador de almacenamiento de NO_x alcanza una alta temperatura, disminuye la tasa de purificación de NO_x.

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

Solución al problema

45 Según la presente invención, se proporciona un sistema de purificación de gases de escape de un motor de combustión interna en el que un catalizador de purificación de gases de escape para hacer reaccionar el NO_x contenido en los gases de escape e hidrocarburos reformados para producir un producto intermedio reductor que contiene nitrógeno e hidrocarburos está dispuesto en un conducto de escape de motor, un catalizador de metal precioso está soportado sobre una superficie de flujo de gases de escape del catalizador de purificación de gases de escape y una parte de superficie de flujo de gases de escape básica está formada alrededor de los catalizadores de metal precioso, el catalizador de purificación de gases de escape tiene la propiedad de producir el producto intermedio reductor y reducir el NO_x contenido en los gases de escape mediante una acción reductora del producto intermedio reductor producido si la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador de purificación de gases de escape se hace que vibre dentro de un intervalo de amplitud predeterminado y dentro de un intervalo de periodo predeterminado y tiene la propiedad de que aumenta la cantidad de almacenamiento de NO_x que está contenido en los gases de escape si el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos se hace que sea más largo que el intervalo predeterminado, durante el tiempo de funcionamiento del motor, para producir NO_x contenido en los gases de escape en el catalizador de purificación de gases de escape, la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador de purificación de gases de escape se hace que vibre dentro del intervalo de amplitud predeterminado y dentro del intervalo de periodo predeterminado, en el que dicho periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos es de entre 0,3 segundos y 5 segundos, y, cuando debe liberarse el SO_x almacenado desde el catalizador de purificación de gases de escape, se reduce la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al catalizador de purificación de gases de escape hasta una relación aire-combustible rica seleccionada como objetivo para hacer que se desorba el producto intermedio reductor acumulado sobre el catalizador de purificación de gases de escape en forma de amoníaco y se usa el amoníaco desorbido para hacer que el catalizador de

purificación de gases de escape libere el SO_x almacenado.

Efectos ventajosos de la invención

5 Aunque la temperatura del catalizador de purificación de gases de escape pase a ser una alta temperatura, puede obtenerse una alta tasa de purificación de NO_x .

Breve descripción de los dibujos

- 10 La figura 1 es una vista global de un motor de combustión interna del tipo de encendido por compresión.
- La figura 2 es una vista que muestra esquemáticamente una parte de superficie de un soporte de catalizador.
- 15 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 el cambio de la relación aire-combustible de gases de escape que fluyen a un catalizador de purificación de gases de escape.
- 20 La figura 5 es una vista que muestra la tasa de purificación de NO_x .
- Las figuras 6A, 6B y 6C son vistas para explicar una reacción de oxidación-reducción en un catalizador de purificación de gases de escape.
- 25 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 el cambio de la relación aire-combustible de gases de escape que fluyen a un catalizador de purificación de gases de escape.
- 30 La figura 9 es una vista de la tasa de purificación de NO_x .
- La figura 10 es un diagrama temporal que muestra el cambio de la relación aire-combustible de gases de escape que fluyen a un catalizador de purificación de gases de escape.
- 35 La figura 11 es un diagrama temporal que muestra el cambio de la relación aire-combustible de gases de escape que fluyen a un catalizador de purificación de gases de escape.
- La figura 12 es una vista que muestra la relación entre la fuerza de oxidación de un catalizador de purificación de gases de escape y la relación aire-combustible mínima demandada X,
- 40 La figura 13 es una vista que muestra la relación entre la concentración de oxígeno en los gases de escape y la amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos que proporciona la misma tasa de purificación de NO_x .
- 45 La figura 14 es una vista que muestra la relación entre la amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos y la tasa de purificación de NO_x .
- La figura 15 es una vista que muestra la relación del periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos y la tasa de purificación de NO_x .
- 50 La figura 16 es una vista que muestra un mapa de la cantidad de alimentación de hidrocarburos W.
- La figura 17 es una vista que muestra el cambio en la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al catalizador de purificación de gases de escape, etc.
- 55 La figura 18 es una vista que muestra un mapa de la cantidad de NO_x expulsado NO_x .
- La figura 19 es una vista que muestra el momento de inyección de combustible.
- 60 La figura 20 es una vista que muestra un mapa de la cantidad de alimentación de hidrocarburos WR.
- Las figuras 21A y 21B son vistas para explicar una acción de almacenamiento y liberación de SO_x .
- Las figuras 22A, 22B y 22C son vistas para explicar el control de liberación de SO_x .
- 65 Las figuras 23A y 23B son vistas que muestran el cambio en la relación aire-combustible de gases de escape que

fluyen a un catalizador de purificación de gases de escape durante el tiempo de control de liberación de SO_x.

La figura 24 es un diagrama temporal que muestra el control de liberación de SO_x.

5 La figura 25 es un diagrama de flujo para el control de purificación de gases de escape.

Descripción de realizaciones

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

10 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 en cada cámara 2 de combustión, 4 un colector de admisión, y 5 un colector de escape. El colector 4 de admisión se conecta a través de un conducto 6 de admisión a la salida de un compresor 7a de un turbocompresor 7 de escape, mientras que la entrada del compresor 7a se conecta a través de un detector 8 de cantidad de aire de admisión a un depurador 9 de aire. En el interior del conducto 6 de admisión, está dispuesta una válvula 10 de mariposa accionada por un motor paso a paso. Además, alrededor del conducto 6 de admisión, está dispuesto un dispositivo 11 de enfriamiento para enfriar el aire de admisión que fluye a través del interior del conducto 6 de admisión. En la realización mostrada en la figura 1, se guía el agua de enfriamiento del motor al interior del dispositivo 11 de enfriamiento en el que se usa el agua de enfriamiento del motor para enfriar el aire de admisión.

25 Por otro lado, el colector 5 de escape se conecta a la entrada de una turbina 7b de escape del turbocompresor 7 de escape. La salida de la turbina 7b de escape se conecta a través de un tubo 12 de escape a la entrada del catalizador 13 de purificación de gases de escape, mientras que la salida del catalizador 13 de purificación de gases de escape se conecta a un filtro 14 de partículas para atrapar las partículas que están contenidas en los gases de escape. En el interior del tubo 12 de escape aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape, está dispuesta una válvula 15 de alimentación de hidrocarburos para alimentar hidrocarburos que se componen de gasóleo u otro combustible usado como combustible para un motor de combustión interna del tipo de encendido por compresión. En la realización mostrada en la figura 1, se usa gasóleo como los 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 del tipo de encendido por chispa en el que se quema combustible con una relación aire-combustible pobre. En este caso, desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, se alimentan hidrocarburos que se componen de gasolina u otro combustible usado como combustible de un motor de combustión interna del tipo de encendido por chispa.

35 Por otro lado, el colector 5 de escape y el colector 4 de admisión se conectan entre sí a través de un conducto 16 de recirculación de gases de escape (denominado a continuación en el presente documento "EGR"). En el interior 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 gas de EGR que fluye a través del interior del conducto 16 de EGR. En la realización mostrada en la figura 1, se guía el agua de enfriamiento del motor al interior del dispositivo 18 de enfriamiento en el que se usa el agua de enfriamiento del motor para enfriar el gas de EGR. Por otro lado, cada inyector 3 de combustible se conecta a través de una tubería 19 de alimentación de combustible a un conducto 20 común. Este conducto 20 común se conecta a través de una bomba 21 de combustible de descarga variable controlada electrónicamente a un depósito 22 de combustible. El combustible que se almacena en el interior del depósito 22 de combustible se alimenta por la bomba 21 de combustible al interior del conducto 20 común. El combustible que se alimenta al interior del conducto 20 común se alimenta a través de cada tubería 19 de alimentación de combustible al inyector 3 de combustible.

50 Una unidad 30 de control electrónica se compone de un ordenador digital dotado de una ROM (memoria de solo lectura) 32, una RAM (memoria de acceso aleatorio) 33, una CPU (microprocesador) 34, un puerto 35 de entrada y un puerto 36 de salida, que se conectan entre sí mediante un bus 31 bidireccional. Aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape, está conectado un sensor 23 de temperatura para detectar la temperatura de los gases de escape. En el filtro 14 de partículas, está conectado un sensor 24 de presión diferencial para detectar una 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 respectivamente a través de convertidores 37 AD 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 pulso de salida cada vez que gira un cigüeñal, por ejemplo, 15°. Por otro lado, el puerto 36 de salida se conecta a través de circuitos 38 de accionamiento correspondientes a cada inyector 3 de combustible, un motor paso a paso para accionar la válvula 10 de mariposa, la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, la válvula 17 de control de EGR y la bomba 21 de combustible.

65 La figura 2 muestra esquemáticamente una parte de superficie de un soporte de catalizador que está soportado 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 la que están soportados los catalizadores 51 y 52 de metal precioso. Además, sobre este soporte 50 de catalizador, se forma una capa 53 básica que incluye al menos un elemento seleccionado de potasio K, sodio Na, cesio Cs, o u otro de tales metales alcalinos, bario Ba, calcio Ca, u otro de tales metales alcalinotérreos, un lantánido u otro de tales metales de las tierras raras y plata Ag, cobre Cu, hierro Fe, iridio Ir, u otro metal que pueda donar electrones al NO_x . Los gases de escape fluyen a lo largo de la parte superior del soporte 50 de catalizador, de modo que puede decirse que los catalizadores 51 y 52 de metal precioso están soportados sobre la superficie de flujo de gases de escape del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Además, la superficie de la capa 53 básica presenta basicidad, de modo la superficie de la capa 53 básica se denomina la parte 54 de superficie de flujo de gases de escape básica.

Por otro lado, en la figura 2, el catalizador 51 de metal precioso se compone de platino Pt, mientras que el catalizador 52 de metal precioso se compone de rodio Rh. Es decir, los catalizadores 51 y 52 de metal precioso que están soportados sobre el soporte 50 de catalizador se componen de platino Pt y rodio Rh. Obsérvese que, sobre el soporte 50 de catalizador del catalizador 13 de purificación de gases de escape, además de platino Pt y rodio Rh, puede estar soportado paladio Pd además o, en lugar de rodio Rh, puede estar soportado paladio Pd. Es decir, los catalizadores 51 y 52 de metal precioso que están soportados sobre el soporte 50 de catalizador se componen de platino Pt y al menos uno de 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 en el extremo del lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape. En la presente invención, durante este tiempo, se usan los hidrocarburos reformados para retirar el NO_x en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. La figura 3 muestra esquemáticamente la acción de reformado realizada en el extremo aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape durante ese tiempo. Tal como se muestra en la figura 3, los hidrocarburos HC que se inyectan desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos pasan a ser hidrocarburos radicálicos HC con un bajo número de carbonos por el catalizador 51.

Obsérvese que, aunque se inyecte combustible, es decir, hidrocarburos, desde el inyector 3 de combustible en la cámara 2 de combustión durante la primera mitad de la carrera de expansión o durante la carrera de escape, los hidrocarburos se reforman en el interior de la cámara 2 de combustión o en el catalizador 13 de purificación de gases de escape, y el NO_x que está contenido en los gases de escape se retira por los hidrocarburos reformados en el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, en la presente invención, en lugar de alimentar hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos al interior del conducto de escape de motor, también es posible alimentar hidrocarburos en la cámara 2 de combustión durante la primera mitad de la carrera de expansión o durante la carrera de escape. De esta manera, en la presente invención, también es posible alimentar hidrocarburos al interior de la cámara 2 de combustión, pero se explica a continuación la presente invención tomando como ejemplo el caso de inyección de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos al interior del conducto de escape de motor.

La figura 4 muestra el momento de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos y los cambios en la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape. Obsérvese que, los cambios en la relación aire-combustible (A/F) en dependen del cambio en la concentración de los hidrocarburos en los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape, de modo que puede decirse que el cambio en la relación aire-combustible (A/F) en mostrada en la figura 4 expresa el cambio en la concentración de los hidrocarburos. Sin embargo, si la concentración de hidrocarburos pasa a ser mayor, la relación aire-combustible (A/F) en pasa a ser menor, de modo que, en la figura 4, cuanto más pasa la relación aire-combustible (A/F) en al 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 de catalizador TC del catalizador 13 de purificación de gases de escape cuando se hace periódicamente que cambie la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador 13 de purificación de gases de escape de modo que, tal como se muestra en la figura 4, se haga que cambie la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape. Los inventores se dedicaron a la investigación relativa a la purificación de NO_x durante un largo tiempo. En el proceso de investigación, aprendieron que si se hace que vibre la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador 13 de purificación de gases de escape dentro de un intervalo de amplitud predeterminado y dentro de un intervalo de periodo predeterminado, tal como se muestra en la figura 5, se obtiene una tasa de purificación de NO_x extremadamente alta incluso en una región de alta temperatura de 400°C o mayor.

Además, durante este tiempo, se produce una gran cantidad de producto intermedio reductor que contiene nitrógeno e hidrocarburos sobre la superficie de la capa 53 básica del extremo del lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape, es decir, sobre la parte 54 de superficie de flujo de gases de escape básica del extremo del lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Se llega a saber que este producto intermedio reductor desempeña un papel fundamental en la obtención de una alta tasa de purificación de NO_x . A continuación, se explicará esto con referencia a las figuras 6A, 6B y 6C. Obsérvese que, las figuras 6A y 6B

muestran esquemáticamente la parte de superficie del soporte 50 de catalizador del extremo del lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape, mientras que la figura 6C muestra esquemáticamente la parte de superficie del soporte 50 de catalizador en el lado aguas abajo desde este extremo del lado aguas arriba. Estas figuras 6A, 6B y 6C muestran la reacción que se supone que se produce cuando la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador 13 de purificación de gases de escape se hace que vibre dentro de un intervalo de amplitud predeterminado y dentro de un intervalo de periodo predeterminado.

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

Ahora, tal como se entenderá a partir de la figura 4, la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape se mantiene pobre excepto durante un instante, de modo que los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape normalmente pasan a un estado de exceso de oxígeno. Por tanto, el NO que está contenido en los gases de escape, tal como se muestra en la figura 6A, se oxida sobre el platino 51 y pasa a ser NO₂. A continuación, este NO₂ se oxida adicionalmente y pasa a ser NO₃. Además, parte del NO₂ pasa a ser NO₂⁻. En este caso, la cantidad de producción de NO₃ es bastante mayor que la cantidad de producción de NO₂⁻. Por tanto, se producen una gran cantidad de NO₃ y una pequeña cantidad de NO₂⁻ sobre el platino 51. Este NO₃ y NO₂⁻ tienen fuerte actividad. A continuación, estos NO₃ y NO₂⁻ se denominarán el NO₂^{*} activo.

Por otro lado, si se alimentan hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, tal como se muestra en la figura 3, los hidrocarburos se reforman en el extremo del lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape y pasan a radicalizarse. Como resultado, tal como se muestra en la figura 6B, la concentración de hidrocarburos alrededor del NO_x^{*} activo pasa a ser mayor. A este respecto, después de producirse el NO_x^{*} activo, si el estado de alta concentración de oxígeno alrededor del NO_x^{*} activo continúa durante un tiempo predeterminado o más, se oxida el NO_x^{*} activo y se absorbe en la capa 53 básica en forma de iones nitrato NO₃⁻. Sin embargo, si se hace que la concentración de hidrocarburos alrededor del NO_x^{*} activo sea mayor antes de que transcurra este tiempo predeterminado, tal como se muestra en la figura 6B, el NO_x^{*} activo reacciona sobre el platino 51 con los hidrocarburos radicálicos HC, mediante lo cual se produce un producto intermedio reductor R-NH₂. Este producto intermedio reductor R-NH₂ se adhiere o se adsorbe sobre la superficie de la capa 53 básica mientras que se desplaza al lado aguas abajo.

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

Por otro lado, parte del NO₃^{*} activo que se produce en el extremo del lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape se envía al lado aguas abajo en el que se adhiere a o se adsorbe en la superficie de la capa 53 básica. Por tanto, se mantiene una mayor cantidad de NO_x^{*} en el lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape en comparación con el extremo del lado aguas arriba. Por otro lado, tal como se explicó anteriormente, en el interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape, el producto intermedio reductor se desplaza desde el extremo del lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo. Este producto intermedio reductor R-NCO o R-NH₂, tal como se muestra en la figura 6C, reacciona con el NO_x^{*} activo que se mantiene en el interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape del lado aguas abajo para ser N₂, CO₂ y H₂O mediante lo cual se retira el NO_x.

De esta manera, en el catalizador 13 de purificación de gases de escape, se hace que la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador 13 de purificación de gases de escape sea temporalmente alta para generar el producto intermedio reductor de modo que el NO_x^{*} activo reacciona con el producto intermedio reductor y se purifica el NO_x. Es decir, para usar el catalizador 13 de purificación de gases de escape para retirar el NO_x, es necesario cambiar periódicamente la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador 13 de purificación de gases de escape.

Por supuesto, en este caso, es necesario elevar la concentración de hidrocarburos hasta una concentración suficientemente alta como para producir el producto intermedio reductor. Es decir, es necesario hacer que la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador 13 de purificación de gases de escape vibre dentro de un intervalo de amplitud predeterminado. Obsérvese que, en este caso, es necesario mantener una cantidad suficiente de producto intermedio reductor R-NCO o R-NH₂ sobre la capa 53 básica, es decir, la parte 24 de superficie de flujo de gases de escape básica, hasta que el producto intermedio reductor producido reaccione con el NO_x^{*} activo. Por

este motivo, se proporciona la parte 24 de superficie de flujo de gases de escape básica.

Por otro lado, si se alarga el periodo de alimentación de los hidrocarburos, el tiempo en el que la concentración de oxígeno pasa a ser mayor se alarga en el periodo después de alimentarse los hidrocarburos hasta que se alimentan los hidrocarburos a continuación. Por tanto, el NO_x^* activo se absorbe en la capa 53 básica en forma de nitratos sin producir un producto intermedio reductor. Para evitar esto, es necesario hacer que la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador 13 de purificación de gases de escape vibre dentro de un intervalo de periodo predeterminado.

Por tanto, en una realización de la presente invención, para hacer que el NO_x contenido en los gases de escape y los hidrocarburos reformados reaccione y produzca el producto intermedio reductor R-NCO o R-NH₂ que contiene nitrógeno e hidrocarburos, los catalizadores 51 y 52 de metal precioso están soportados sobre la superficie de flujo de gases de escape del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Para mantener el producto intermedio reductor producido R-NCO o R-NH₂ en el interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape, una parte 54 de superficie de flujo de gases de escape básica está formada alrededor de los catalizadores 51 y 52 de metal precioso. Se reduce el NO_x por la acción reductora del producto intermedio reductor R-NCO o R-NH₂ mantenido sobre la parte 54 de superficie de flujo de gases de escape básica, y se hace que el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos sea el periodo de vibración requerido para la continuación de la producción del producto intermedio reductor R-NCO o R-NH₂. A propósito, en el ejemplo mostrado en la figura 4, se hace que el intervalo de inyección sea de 3 segundos.

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

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

La figura 8 muestra el caso de enriquecer temporalmente la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape poco antes de que llegue a saturarse la capacidad de absorción de NO_x de la capa 53 básica. Obsérvese que, en el ejemplo mostrado en la figura 8, el intervalo de tiempo de este control de enriquecimiento 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) en de los gases de escape era pobre se libera todo de una vez desde la capa 53 básica y se reduce cuando la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape se enriquece temporalmente. Por tanto, en este caso, la capa 53 básica desempeña el papel de un absorbente para absorber temporalmente NO_x .

Obsérvese que, durante este tiempo, a veces la capa 53 básica adsorbe temporalmente el NO_x . Por tanto, si se usa el término de almacenamiento como un término que incluye tanto absorción y adsorción, durante este tiempo, 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 conducto de admisión del motor, las cámaras 2 de combustión y el conducto de escape aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape se denominan la 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 disminuye la concentración de oxígeno en los gases de escape.

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 las abscisas de la figura 9 muestran la temperatura de catalizador TC del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Cuando se hace que el catalizador 13 de purificación de gases de escape funcione como catalizador de almacenamiento de NO_x , tal como se muestra en la figura 9, cuando la temperatura de catalizador TC es de 300°C a 400°C, se obtiene una tasa de purificación de NO_x extremadamente alta, pero cuando la temperatura de catalizador TC pasa a ser una alta temperatura de 400°C o mayor, disminuye la tasa de purificación de NO_x .

De esta manera, cuando la temperatura de catalizador TC pasa a ser de 400°C o más, disminuye la tasa de purificación de NO_x porque si la temperatura de catalizador TC pasa a ser de 400°C o más, los nitratos se descomponen por el calor y se liberan en forma de NO_2 desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape.

Es decir, siempre que se almacene NO_x en forma de nitratos, cuando la temperatura de catalizador TC es alta, es difícil obtener una alta tasa de purificación de NO_x . Sin embargo, en el nuevo método de purificación de NO_x mostrado de la figura 4 a las figuras 6A y 6B, tal como se entenderá a partir de las figuras 6A y 6B, no se forman nitratos o aunque se formen lo hacen en una cantidad extremadamente pequeña, por consiguiente, tal como se muestra en la figura 5, aun cuando la temperatura de catalizador TC es alta, se obtiene una alta tasa de purificación de NO_x .

Por tanto, en la presente invención, un catalizador 13 de purificación de gases de escape para hacer reaccionar el NO_x contenido en los gases de escape e hidrocarburos reformados para producir un producto intermedio reductor que contiene nitrógeno e hidrocarburos está dispuesto en el conducto de escape de motor, los catalizadores 51 y 52 de metal precioso están soportados sobre la superficie de flujo de gases de escape del catalizador 13 de purificación de gases de escape, una parte 54 de superficie de flujo de gases de escape básica está formada alrededor de los catalizadores 51 y 52 de metal precioso, el catalizador 13 de purificación de gases de escape tiene la propiedad de producir el producto intermedio reductor y reducir el NO_x contenido en los gases de escape por la acción reductora del producto intermedio reductor producido si la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador 13 de purificación de gases de escape se hace que vibre dentro de un intervalo de amplitud predeterminado y dentro de un intervalo de periodo predeterminado y tiene la propiedad de que aumenta la cantidad de almacenamiento de NO_x que está contenido en los gases de escape si el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos se hace que sea más largo que este intervalo predeterminado, y, durante el tiempo de funcionamiento del motor, la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador 13 de purificación de gases de escape se hace que vibre dentro del intervalo de amplitud predeterminado y con el intervalo de periodo predeterminado para reducir de ese modo el NO_x que está contenido en los gases de escape en el catalizador 13 de purificación de gases de escape.

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 retirar NO_x sin que se forme casi ninguna cantidad de nitratos en el caso de usar un catalizador de purificación de gases de escape que soporta un catalizador de metal precioso y forma una capa básica que puede absorber NO_x . En realidad, cuando se usa este nuevo método de purificación de NO_x , los nitratos que se detectan desde la capa 53 básica pasan a ser una cantidad 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 el primer método de purificación de NO_x .

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

La figura 10 muestra ampliado el cambio en la relación aire-combustible (A/F) en mostrado en la figura 4. Obsérvese que, tal como se explicó anteriormente, el cambio en la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape que fluyen a este catalizador 13 de purificación de gases de escape muestra simultáneamente el cambio en la concentración de los hidrocarburos que fluyen al 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 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 catalizador 13 de purificación de gases de escape.

Además, en la figura 10, (A/F)_b muestra la relación aire-combustible de base que muestra la relación aire-combustible del gas de combustión para generar la salida del motor. Dicho de otro modo, esta relación aire-combustible de base (A/F)_b muestra la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al 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) en usada para producir el producto intermedio reductor sin que se almacene el NO_x^* activo producido en forma de nitratos en el interior de la capa 53 básica en absoluto. Para hacer que el NO_x^* activo y los hidrocarburos reformados reaccionen para producir un producto intermedio reductor, tiene que hacerse que la relación aire-combustible (A/F) en sea menor que este límite superior X de la relación aire-combustible.

Dicho de otro modo, en la figura 10, X muestra el límite inferior de la concentración de hidrocarburos requerido para hacer que el NO_x^* activo y el hidrocarburo reformado reaccionen para producir un producto intermedio reductor. Para producir el producto intermedio reductor, tiene que hacerse que la concentración de hidrocarburos sea mayor que este límite inferior X. En este caso, se determina si el producto intermedio reductor se produce mediante la razón de la concentración de oxígeno y la concentración de hidrocarburos alrededor del NO_x^* activo, es decir, la relación aire-combustible (A/F) en. El límite superior X de la relación aire-combustible requerida para producir el producto intermedio reductor se denominará a continuación la relación aire-combustible mínima demandada.

En el ejemplo mostrado en la figura 10, la relación aire-combustible mínima demandada X es rica, por tanto, en este caso, para formar el producto intermedio reductor, se hace de manera instantánea que la relación aire-combustible (A/F) en sea la relación aire-combustible mínima demandada X o menor, 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) en se mantiene pobre mientras que se reduce periódicamente la relación aire-

combustible (A/F) en de modo que se forme el producto intermedio reductor.

En este caso, si se enriquece o se empobrece la relación aire-combustible mínima demandada X depende de la fuerza de oxidación del catalizador 13 de purificación de gases de escape. En este caso, el catalizador 13 de purificación de gases de escape, por ejemplo, pasa a ser más fuerte en cuanto a la fuerza de oxidación si se aumenta la cantidad soportada del metal 51 precioso y pasa a ser más fuerte en cuanto a la fuerza de oxidación 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 soportada 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) en pobre mientras que se reduce periódicamente la relación aire-combustible (A/F) en, los hidrocarburos terminan oxidándose por completo cuando se reduce la relación aire-combustible (A/F) en. Como resultado, ya no puede producirse el producto intermedio reductor. En contraposición a esto, cuando se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una fuerza de oxidación fuerte, tal como se muestra en la figura 10, si se enriquece periódicamente la relación aire-combustible (A/F) en, cuando se enriquece la relación aire-combustible (A/F) en, los hidrocarburos se oxidarán parcialmente, sin oxidarse por completo, es decir los hidrocarburos se reformarán, por consiguiente se producirá el producto intermedio reductor. Por tanto, cuando se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una fuerza de oxidación fuerte, tiene que enriquecerse la relación aire-combustible mínima demandada X.

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) en pobre mientras que se reduce periódicamente la relación aire-combustible (A/F) en, los hidrocarburos se oxidarán parcialmente sin oxidarse por completo, es decir, los hidrocarburos se reformarán, y por consiguiente se producirá el producto intermedio reductor. En contraposición a esto, cuando se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una fuerza de oxidación débil, tal como se muestra en la figura 10, si se enriquece periódicamente la relación aire-combustible (A/F) en, se expulsará una gran cantidad de hidrocarburos desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape sin oxidar y, por consiguiente, aumentará la cantidad de hidrocarburos que se consume de manera derrochadora. Por tanto, cuando se usa un catalizador 13 de purificación de gases de escape con una fuerza de oxidación débil, tiene que empobrecerse la relación aire-combustible mínima demandada X.

Es decir, se llega a saber que la relación aire-combustible mínima demandada X, tal como se muestra en la figura 12, tiene que reducirse cuanto más fuerte 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 empobrece o se enriquece 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 fluye al catalizador 13 de purificación de gases de escape y el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador 13 de purificación de gases de escape.

Ahora, si la relación aire-combustible de base (A/F)_b pasa a ser mayor, es decir, si la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de alimentarse los hidrocarburos pasa a ser mayor, aumenta la cantidad de alimentación de hidrocarburos requerida para hacer que la relación aire-combustible (A/F) en sea la relación aire-combustible mínima demandada X o menor. Por tanto, cuanto mayor es la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de alimentarse los hidrocarburos, mayor tiene que hacerse que sea 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. A partir de la figura 13, se llega a saber que para obtener la misma tasa de purificación de NO_x, cuanto mayor es la concentración de oxígeno en los gases de escape antes de alimentarse los hidrocarburos, mayor tiene que hacerse que sea la amplitud ΔT de la concentración de hidrocarburos. Es decir, para obtener la misma tasa de purificación de NO_x, cuanto mayor es la relación aire-combustible de base (A/F)_b, mayor tiene que hacerse que sea la amplitud ΔT de la concentración de hidrocarburos. Dicho de otro modo, para retirar bien el NO_x, cuanto menor es la relación aire-combustible de base (A/F)_b, más puede reducirse la amplitud ΔT de la concentración de hidrocarburos.

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

Por otro lado, se llega a saber que cuando la relación aire-combustible de base (A/F)_b es la más alta, si se hace que la amplitud ΔH de la concentración de hidrocarburos sea de 10000 ppm o así, se obtiene una excelente tasa de purificación de NO_x. Por tanto, en la presente invención, se hace que el intervalo predeterminado de la amplitud de la

concentración de hidrocarburos sea de 200 ppm a 10000 ppm.

Además, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos pasa a ser más largo, la concentración de oxígeno alrededor del NO_x^* activo pasa a ser mayor en el tiempo desde después de alimentarse los hidrocarburos hasta cuando se alimentan los hidrocarburos a continuación. En este caso, si el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos pasa a ser más largo que aproximadamente 5 segundos, el NO_x^* activo comienza a absorberse en forma de nitratos en el interior 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 pasa a ser más largo que aproximadamente 5 segundos, disminuye la tasa de purificación de NO_x . Por tanto, tiene que hacerse que el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos sea de 5 segundos o menos.

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

Ahora, en la presente invención, cambiando la cantidad de alimentación de hidrocarburos y el momento de inyección desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos, la amplitud ΔH y el periodo de vibración ΔT de la concentración de hidrocarburos se controlan de modo que pasan a ser los valores óptimos según el estado de funcionamiento del motor. En este caso, en esta realización de la presente invención, la cantidad de alimentación de hidrocarburos W que puede proporcionar la amplitud óptima ΔH de la concentración de hidrocarburos se almacena en función de la cantidad de inyección Q desde el inyector 3 de combustible y la velocidad del motor N en forma de un mapa tal como se muestra en la figura 16 de antemano en la ROM 32. Además, la amplitud de vibración óptima ΔT de la concentración de hidrocarburos, es decir, el periodo de inyección ΔT de los hidrocarburos, se almacena de manera similar en función de la cantidad de inyección Q y la velocidad del motor N en forma de un mapa de antemano en la ROM 32.

A continuación, haciendo referencia a de la figura 17 a la figura 20, se explicará en detalle un método de purificación de NO_x en el caso en el que se hace que el catalizador 13 de purificación de gases de escape funcione como catalizador de almacenamiento de NO_x . El método de purificación de NO_x en el caso en el que se hace que el catalizador 13 de purificación de gases de escape funcione como catalizador de almacenamiento de NO_x de esta manera se denominará a continuación el 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 almacenado ΣNO_x de NO_x que se almacena en la capa 53 básica supera una cantidad admisible predeterminada MAX , se enriquece temporalmente la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape. Si se enriquece la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape, el NO_x que se almacenó en la capa 53 básica cuando la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape era pobre se libera desde la capa 53 básica todo de una vez y se reduce. Debido a esto, se retira el NO_x .

La cantidad de NO_x almacenado ΣNO_x se calcula, por ejemplo, a partir de la cantidad de NO_x que expulsa desde el motor. En esta realización según la presente invención, la cantidad de NO_x expulsado $\text{NO}_x A$ de NO_x que se expulsa desde el motor por tiempo unitario se almacena en función de la cantidad de inyección Q y la velocidad del motor N en forma de un mapa tal como se muestra en la figura 18 de antemano en la ROM 32. Se calcula la cantidad de NO_x almacenado ΣNO_x a partir de la cantidad de NO_x expulsado $\text{NO}_x A$. En este caso, tal como se explicó anteriormente, el periodo en el que la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape se enriquece es habitualmente de 1 minuto o más.

En este segundo método de purificación de NO_x , tal como se muestra en la figura 19, el inyector 3 de combustible inyecta combustible adicional WR en la cámara 2 de combustión además del combustible para uso en combustión Q de modo que se enriquece la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape. Obsérvese que, en la figura 19, las abscisas indican el ángulo de cigüeñal. Este combustible adicional WR se inyecta en un momento en que se quemará, pero no aparecerá como salida del motor, es decir, poco antes de $\text{ATDC}90^\circ$ después del punto muerto superior de compresión. Esta cantidad de combustible WR se almacena en función de la cantidad de inyección Q y la velocidad del motor N en forma de un mapa tal como se muestra en la figura 20 de antemano en la ROM 32. Por supuesto, en este caso, también es posible aumentar la cantidad de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos de modo que se enriquezca la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape.

A este respecto, los gases de escape contienen SO_x , es decir, SO_2 . Si este SO_2 fluye al catalizador 13 de purificación de gases de escape, este SO_2 se oxida sobre el platino Pt 51 y pasa a ser SO_3 tal como se muestra en la figura 21A aun cuando se realice una acción de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x y aun cuando se realice una acción de purificación de NO_x mediante el segundo método de purificación de NO_x .

A continuación, este SO_3 se absorbe en la capa 53 básica y difunde al interior de la capa 53 básica en forma de iones sulfato SO_4^{2-} para producir de ese modo el sulfato estable. Sin embargo, los sulfatos son estables y es difícil que se descompongan. Si ya simplemente enriqueciendo la relación aire-combustible de los gases de escape, los sulfatos permanecen tal cual son sin descomponerse. Por tanto, en el interior de la capa 53 básica, junto con el transcurso del tiempo, se almacenará una cantidad gradualmente creciente de SO_x . Es decir, el catalizador 13 de purificación de gases de escape presentará envenenamiento por azufre.

Si aumenta la cantidad de SO_x que se almacena en la capa 53 básica, se debilita la basicidad de la capa 53 básica y, como resultado, ya no puede avanzar la reacción mediante la cual el NO_2 pasa a ser NO_3 , es decir, la reacción para producir NO_x^* activo. Si la reacción para producir NO_x^* activo ya no puede avanzar de esta manera, la acción de producción del producto intermedio reductor en el extremo del lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape pasa a debilitarse y, por tanto, disminuye la tasa de purificación de NO_x cuando se realiza la acción de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x . Por tanto, durante este tiempo, es necesario hacer que el SO_x que se almacena en el extremo del lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape se libere desde el extremo del lado aguas arriba.

Por otro lado, aunque aumente la cantidad de SO_x que se almacena en la capa 53 básica, habrá un efecto pequeño sobre la reacción del producto intermedio reductor y el NO_x^* activo en el lado aguas abajo del catalizador 13 de purificación de gases de escape, es decir, el método de purificación de NO_x . Sin embargo, si aumenta la cantidad almacenada de SO_x en el catalizador 13 de purificación de gases de escape en su totalidad, disminuye la cantidad de NO_x que el catalizador 13 de purificación de gases de escape puede almacenar y finalmente ya no puede almacenarse NO_x . Si el catalizador 13 de purificación de gases de escape ya no puede almacenar el NO_x , pronto el segundo método de purificación de NO_x ya no podrá usarse para retirar el NO_x . Por tanto, en este caso, es necesario hacer que el SO_x que se almacena en la totalidad del catalizador 13 de purificación de gases de escape se libera desde la totalidad del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

A este respecto, en este caso, si el agente reductor, es decir, hidrocarburos, se alimentan en el estado en el que se hace que se eleve la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape es hasta la temperatura de liberación de SO_x determinada por el catalizador 13 de purificación de gases de escape, y de ese modo se hace que se enriquezca la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape, puede liberarse SO_x desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape por la acción reductora del agente reductor.

Sin embargo, el poder reductor de los propios hidrocarburos HC no es tan fuerte. Por tanto, cuando se libera SO_x desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape, si se usa la acción reductora de los hidrocarburos HC para reducir el SO_x , se vuelve necesaria una gran cantidad de hidrocarburos HC. En contraposición a esto, el amoníaco NH_3 es bastante más fuerte en cuanto a la capacidad reductora en comparación con los hidrocarburos HC. Por tanto, si fuese posible producir amoníaco NH_3 cuando se libera SO_x desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape, se facilitaría el poder reducir el SO_x .

Los inventores se dedicaron a la investigación repetida sobre este punto y como resultado descubrieron que cuando se acumula un producto intermedio reductor en el interior del catalizador 13 de purificación de gases de escape, si se enriquece la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape, el producto intermedio reductor se desorberá del catalizador 13 de purificación de gases de escape en forma de amoníaco y que el SO_x que se almacena en el catalizador 13 de purificación de gases de escape se reduce por este amoníaco desorbido y se libera.

Por tanto, en la presente invención, cuando debe liberarse el SO_x que se ha almacenado en el catalizador 13 de purificación de gases de escape, la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape se disminuye hasta la relación aire-combustible rica seleccionada como objetivo para hacer que se desorba el producto intermedio reductor acumulado sobre el catalizador 13 de purificación de gases de escape en forma de amoníaco y se usa el amoníaco desorbido para hacer que el SO_x almacenado se libere del catalizador de purificación de gases de escape.

Es decir, durante este tiempo, tal como se muestra en la figura 21B, los hidrocarburos parcialmente oxidados y el producto intermedio reductor reaccionan mediante lo cual se hace que se desorba el producto intermedio reductor en forma de amoníaco NH_3 . Los sulfatos almacenados se reducen por este amoníaco NH_3 desorbido y se libera desde la capa 53 básica en forma de SO_2 .

A este respecto, en la presente invención, como control de liberación de SO_x para la liberación de SO_x desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape, se realizan dos controles de liberación de SO_x que se componen de un primer control de liberación de SO_x que usa el amoníaco desorbido para liberar el SO_x almacenado desde el extremo del lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape y un segundo control de liberación de SO_x que libera el SO_x almacenado desde la totalidad del catalizador 13 de purificación de gases de escape. La figura 22A y la figura 23A muestran este primer control de liberación de SO_x , mientras que la figura 22B y la figura 23B muestran este segundo control de liberación de SO_x .

En primer lugar, haciendo referencia a la figura 22A y la figura 22B, se explicará el primer control de liberación de SO_x . Tal como se explicó anteriormente, se realiza este primer control de liberación de SO_x cuando la cantidad de almacenamiento de SO_x del extremo 13a del lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape por ejemplo supera una cantidad predeterminada. Es decir, si se considera en t_1 de la figura 23A que debe liberarse SO_x desde el extremo 13a del lado aguas arriba, durante el tiempo t_x de la figura 23A, se aumenta la cantidad de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos por tiempo unitario mientras que se realiza la acción de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x , y de ese modo se realiza el control de elevación de temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

A continuación, si la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape alcanza la temperatura de liberación de SO_x , la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape, tal como se muestra mediante RA, se enriquece durante un determinado tiempo, por ejemplo, 5 segundos, hasta la relación aire-combustible rica seleccionada como objetivo. Obsérvese que, en el ejemplo mostrado en la figura 23A, la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape se enriquece durante un determinado tiempo dos veces en un determinado intervalo. En este caso, la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape se enriquece inyectando combustible adicional en la cámara 2 de combustión tal como se muestra mediante WR en la figura 19 o aumentando la cantidad de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos.

Si se enriquece la relación aire-combustible de los gases de escape, se hace que el producto intermedio reductor que se ha acumulado en el extremo 13a del lado aguas arriba se desorba en forma de amoníaco. Este amoníaco desorbido se usa hacer que el SO_x almacenado se libere desde el extremo 13a del lado aguas arriba en forma de SO_2 . Este SO_2 liberado, tal como se muestra en la figura 22A, se desplaza al lado aguas abajo y se almacena de nuevo en el interior de la parte 13b de catalizador de lado aguas abajo en el lado aguas abajo desde el extremo 13a del lado aguas arriba.

En este caso, para impedir que el SO_x que se liberó desde el extremo 13a del lado aguas arriba se almacene en la parte 13b de catalizador de lado aguas abajo, es necesario enriquecer la atmósfera en la parte 13b de catalizador de lado aguas abajo en su totalidad a lo largo de un periodo prolongado de tiempo. Para ello, es necesario enriquecer considerablemente la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape a lo largo de un periodo prolongado de tiempo. Sin embargo, si simplemente haciendo que el SO_x se libere desde el extremo 13a del lado aguas arriba, es decir, si es adecuado que el SO_2 liberado se almacene en la parte 13b de catalizador de lado aguas abajo, no tiene que enriquecerse la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape. Además, basta con que se enriquezca la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape durante un tiempo corto. Por tanto, durante el tiempo del primer control de liberación de SO_x , tal como se muestra en la figura 23A mediante RA, no se enriquece tanto la relación aire-combustible seleccionada como objetivo (A/F) en.

Obsérvese que, mientras que se afirma de esta manera que no se enriquece tanto la relación aire-combustible seleccionada como objetivo (A/F) en, cuando se enriquece la relación aire-combustible (A/F) en, la relación aire-combustible (A/F) en disminuye en comparación con antes de enriquecerse. Por tanto, en la presente invención, cuando va a liberarse el SO_x que se almacena en el catalizador 13 de purificación de gases de escape, la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape disminuye hasta la relación aire-combustible rica seleccionada como objetivo. La cantidad de combustible adicional o la cantidad de hidrocarburos requerida para hacer que la relación aire-combustible (A/F) en sea esta relación aire-combustible rica seleccionada como objetivo se almacena de antemano.

Obsérvese que, en la figura 23A, durante el periodo de tiempo de enriquecimiento mostrado mediante RA, parece que la relación aire-combustible (A/F) en está enriqueciéndose de manera continua en el dibujo, pero en realidad la relación aire-combustible (A/F) en vibra en intervalos bastante más cortos que durante el tiempo de control de elevación de temperatura t_x .

Por otro lado, se realiza el segundo control de liberación de SO_x cuando el SO_x y ΣSOX que se almacenan en la totalidad del catalizador 13 de purificación de gases de escape supera el valor admisible SX. Obsérvese que, en la realización según la presente invención, la cantidad de SO_x expulsado SOXA del SO_x que se expulsa por tiempo unitario desde un motor se almacena en función de la cantidad de inyección Q y la velocidad del motor N en forma de un mapa tal como en la figura 22C de antemano en la ROM 32. La cantidad de SO_x expulsado SOXA se suma de manera acumulada para calcular la cantidad de SO_x almacenado ΣSOX .

Es decir, en la figura 23B, si se supone que, en t_1 , la cantidad de SO_x ΣSOX supera el valor admisible SX, durante el tiempo TX de la figura 23B, aumenta la cantidad de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos por tiempo unitario mientras que se realiza la acción de purificación de NO_x mediante el primer método de purificación de NO_x , y de ese modo se realiza el control de elevación de temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape.

A continuación, si la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape alcanza la temperatura de liberación de SO_x , la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape que fluyen al catalizador 13 de purificación de gases de escape, tal como se muestra mediante RA, se enriquece durante un determinado tiempo, por ejemplo, 5 segundos, hasta la relación aire-combustible rica seleccionada como objetivo. Obsérvese que, en el caso mostrado en la figura 23B, la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape se enriquece de manera repetida durante un determinado tiempo. En este caso también, la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape se enriquece inyectando combustible adicional en la cámara 2 de combustión tal como se muestra mediante WR en la figura 19 o aumentando la cantidad de alimentación de hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos.

Si se enriquece la relación aire-combustible de los gases de escape, se hace que el producto intermedio reductor que se acumula sobre el catalizador 13 de purificación de gases de escape se desorba en forma de amoniaco. Este amoniaco desorbido permite que se libere el SO_x almacenado, desde la totalidad del catalizador 13 de purificación de gases de escape en forma de SO_2 . Este SO_2 liberado, tal como se muestra en la figura 22B, se expulsa desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape. Durante el tiempo del segundo control de liberación de SO_x , para hacer que se expulsa el SO_x que se libera, desde el catalizador 13 de purificación de gases de escape de esta manera, la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape se enriquece considerablemente. Además, la relación aire-combustible (A/F) en de los gases de escape se enriquece de manera repetida a lo largo de un periodo prolongado de tiempo.

Tal como se entenderá si se comparan la figura 23A y la figura 23B, en una realización de la presente invención, el tiempo durante el que se realiza el segundo control de liberación de SO_x se hace que sea más largo que el tiempo durante el que se realiza el primer control de liberación de SO_x . Además, se hace que la relación aire-combustible rica seleccionada como objetivo disminuya durante el tiempo del segundo control de liberación de SO_x en comparación con durante el tiempo del primer control de liberación de SO_x .

Obsérvese que, en el motor de combustión interna mostrado en la figura 1, durante el tiempo de la operación de desaceleración, se hace que se cierre la válvula 10 de mariposa. Si se hace que se cierre la válvula 10 de mariposa, se ralentiza la velocidad de flujo de los gases de escape. Por tanto, durante este tiempo, si se alimentan hidrocarburos en la cámara 2 de combustión o el conducto de escape para realizar la acción de elevación de temperatura, se aplicará calor de manera concentrada en el extremo 13a del lado aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape, de modo que puede elevarse eficazmente la temperatura del extremo 13a del lado aguas arriba. Por tanto, en otra realización de la presente invención, cuando debe elevarse la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape para realizar el primer control de liberación de SO_x , durante el tiempo de una operación de desaceleración en el que se hace que se cierre la válvula 10 de mariposa, se alimentan hidrocarburos en la cámara 2 de combustión o aguas arriba del catalizador 13 de purificación de gases de escape en el conducto de escape de motor.

Además, durante el tiempo de funcionamiento a alta velocidad y alta carga del motor, la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape pasa a ser la temperatura de liberación de SO_x . Por tanto, durante este tiempo, si se realiza el primer control de liberación de SO_x , ya no es necesario el control de elevación de temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, en todavía otra realización de la presente invención, durante el tiempo de funcionamiento a alta velocidad y alta carga del motor, se realiza el primer control de liberación de SO_x .

Además, en todavía otra realización de la presente invención, durante el tiempo de regeneración del filtro 14 de partículas, cuando se hace que se eleve la temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape para elevar la temperatura del filtro 14 de partículas, se realiza el primer control de liberación de SO_x . Si al hacer esto, ya no es necesario realizar el control de elevación de temperatura en el sistema 13 de purificación de gases de escape simplemente para el control de liberación de SO_x . La figura 24 muestra un diagrama temporal en el caso de realizar el primer control de liberación de SO_x durante el tiempo de regeneración del filtro 14 de partículas de esta manera, y la figura 25 muestra un control de purificación de gases de escape en este caso.

En la figura 24, ΔP indica la presión diferencial antes y después del filtro 14 de partículas que se detecta por el sensor 24 de presión diferencial. Tal como se muestra en la figura 24, si la presión diferencial ΔP antes y después del filtro 14 de partículas supera el valor admisible P_X , por ejemplo, se alimentan hidrocarburos desde la válvula 15 de alimentación de hidrocarburos y se realiza el control de elevación de temperatura del filtro 14 de partículas. Este control de elevación de temperatura usa el calor de la reacción de oxidación de los hidrocarburos alimentados en el catalizador 13 de purificación de gases de escape de modo que se hace que se eleve la temperatura de los gases de escape y se hace de ese modo que se eleve la temperatura del filtro 14 de partículas. Si se hace que se eleve la temperatura del filtro 14 de partículas, se quemarán las partículas que se quedan atrapadas en el filtro 14 de partículas y por tanto disminuirá gradualmente la presión diferencial de delante a atrás ΔP .

Por otro lado, durante el tiempo de control de elevación de temperatura del filtro 14 de partículas, tal como se muestra en la figura 24, también se eleva la temperatura TC del catalizador 13 de purificación de gases de escape. Por tanto, durante este tiempo, se realiza el primer control de liberación de SO_x . Por otro lado, si la cantidad de SO_x

almacenado ΣSOX supera el valor admisible SX , tal como se muestra en la figura 23B, se realiza el control de elevación de temperatura, luego se realiza el segundo control de liberación de SO_x . Tal como se muestra en la figura 23B, en este segundo control de liberación de SO_x , se repiten una relación aire-combustible rica y una relación aire-combustible pobre, mediante lo cual el catalizador 13 de purificación de gases de escape se mantiene a la temperatura de liberación de SO_x .

El procesamiento para la regeneración del filtro 14 de partículas se realiza cada vez que la distancia de conducción del vehículo alcanza de 100 km a 500 km. Por tanto, se realiza el primer control de liberación de SO_x cada vez que la distancia de conducción del vehículo alcanza de 100 km a 500 km. El tiempo total durante el que se enriquece la relación aire-combustible en este primer control de liberación de SO_x es un máximo de 30 segundos. En contraposición a esto, se realiza el segundo primer control de liberación de SO_x cada vez que la distancia de conducción del vehículo alcanza de 1000 km a 5000 km. En este segundo control de liberación de SO_x , el tiempo total durante el que se enriquece la relación aire-combustible es de 5 minutos a 10 minutos. De esta manera, el periodo en el que se realiza el segundo control de liberación de NO_x se hace que sea más largo que el periodo en el que se realiza el primer control de liberación de NO_x .

A continuación, se explicará la rutina de control de purificación de gases de escape mostrada en la figura 25. Se ejecuta esta rutina mediante interrupción cada tiempo constante.

Haciendo referencia a la figura 25, en primer lugar, en la etapa 60, se calcula la cantidad de SO_x expulsado SOXA a partir del mapa mostrado en la figura 22C. A continuación, en la etapa 61, se aumenta ΣSOX en la cantidad de SO_x expulsado SOXA para calcular la cantidad de SO_x almacenado ΣSOX . A continuación, en la etapa 62, 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 de activación TX . Cuando $\text{TC} \geq \text{TX}$, es decir, cuando se activa el catalizador 13 de purificación de gases de escape, la rutina avanza a la etapa 63 en la que se evalúa a partir de la señal de salida del sensor 24 de presión diferencial si la presión diferencial ΔP antes y después del filtro 14 de partículas supera el valor admisible PX .

Cuando $\Delta\text{P} \leq \text{PX}$, la rutina salta a la etapa 66. En contraposición a esto, cuando $\Delta\text{P} > \text{PX}$, la rutina avanza a la etapa 64 en la que se realiza el control de elevación de temperatura del filtro 14 de partículas, luego, en la etapa 65, se realiza el primer control de liberación de SO_x . A continuación, la rutina avanza a la etapa 66. En la etapa 66, se evalúa si la cantidad de SO_x almacenada ΣSOX supera el valor admisible SX . Cuando $\Sigma\text{SOX} > \text{SX}$, la rutina avanza a la etapa 67 en la que se realiza el control de elevación de temperatura del catalizador 13 de purificación de gases de escape. A continuación, la etapa 68, se realiza el segundo control de liberación de SO_x y se elimina ΣSOX .

Por otro lado, cuando se evalúa en la etapa 62 que $\text{TC} \leq \text{TC0}$, se evalúa que debe usarse el segundo método de purificación de NO_x , entonces la rutina avanza a la etapa 69. En la etapa 69, se calcula la cantidad de NO_x NOXA de NO_x expulsado por tiempo unitario a partir del mapa mostrado en la figura 18. A continuación, etapa 70, se aumentan ΣNOX en la cantidad de NO_x expulsado NOXA para calcular la cantidad de NO_x almacenado ΣNOX . A continuación, en la etapa 71, se evalúa si la cantidad de NO_x almacenado ΣNOX supera el valor admisible NX . Cuando $\Sigma\text{NOX} > \text{NX}$, la rutina avanza a la etapa 72 en la que se calcula la cantidad de combustible adicional WR a partir del mapa mostrado en la figura 20 y se realiza una acción de inyección de combustible adicional. A continuación, en la etapa 73, se elimina ΣNOX .

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

Lista de símbolos de referencia

4 : colector de admisión

5 : colector de escape

7 : turbocompresor de escape

12 : tubo de escape

13 : catalizador de purificación de gases de escape

14 : filtro de partículas

15 : válvula de alimentación de hidrocarburos

REIVINDICACIONES

1. Método de purificación de gases de escape expulsados desde un motor de combustión interna, en el que un catalizador (13) de purificación de gases de escape para hacer reaccionar el NO_x contenido en los gases de escape e hidrocarburos reformados para producir un producto intermedio reductor que contiene nitrógeno e hidrocarburos está dispuesto en un conducto de escape de motor, un catalizador (51, 52) de metal precioso está soportado sobre una superficie de flujo de gases de escape del catalizador (13) de purificación de gases de escape y una parte (54) de superficie de flujo de gases de escape básica está formada alrededor de los catalizadores (51, 52) de metal precioso, el catalizador (13) de purificación de gases de escape tiene la propiedad de producir el producto intermedio reductor y reducir el NO_x contenido en los gases de escape mediante una acción reductora del producto intermedio reductor producido si la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador (13) de purificación de gases de escape se hace que vibre dentro de un intervalo de amplitud predeterminado y dentro de un intervalo de periodo predeterminado y tiene la propiedad de que aumenta la cantidad de almacenamiento de NO_x que está contenido en los gases de escape si el periodo de vibración de la concentración de hidrocarburos se hace que sea más largo que dicho intervalo predeterminado, en el que, durante el tiempo de funcionamiento del motor, para reducir el NO_x contenido en los gases de escape en el catalizador (13) de purificación de gases de escape según un primer método de purificación de NO_x, la concentración de hidrocarburos que fluye al catalizador (13) de purificación de gases de escape se hace que vibre dentro de dicho intervalo de amplitud predeterminado y dentro de dicho intervalo de periodo predeterminado,
- en el que dicho periodo de vibración (ΔT) de la concentración de hidrocarburos es de entre 0,3 segundos y 5 segundos, y,
- en el que, cuando debe liberarse el SO_x almacenado desde el catalizador (13) de purificación de gases de escape, se reduce la relación aire-combustible de los gases de escape que fluyen al catalizador (13) de purificación de gases de escape hasta una relación aire-combustible rica seleccionada como objetivo para hacer que se desorba el producto intermedio reductor acumulado sobre el catalizador (13) de purificación de gases de escape en forma de amoníaco y se usa el amoníaco desorbido para hacer que el catalizador (13) de purificación de gases de escape libere el SO_x almacenado.
2. Método de purificación de gases de escape expulsados desde un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que se realizan un primer control de liberación de SO_x que usa el amoníaco desorbido para liberar el SO_x almacenado desde un extremo del lado aguas arriba del catalizador (13) de purificación de gases de escape y un segundo control de liberación de SO_x que libera el SO_x almacenado desde la totalidad del catalizador (13) de purificación de gases de escape y en el que se hace que el tiempo durante el que se realiza el segundo control de liberación de SO_x sea más largo que el tiempo durante el que se realiza el primer control de liberación de SO_x.
3. Método de purificación de gases de escape expulsados desde un motor de combustión interna según la reivindicación 2, en el que el periodo en el que se realiza el segundo control de liberación de SO_x es más largo que el periodo en el que se realiza el primer control de liberación de SO_x.
4. Método de purificación de gases de escape expulsados desde un motor de combustión interna según la reivindicación 2, en el que se hace que la relación aire-combustible rica seleccionada como objetivo sea menor durante el tiempo del segundo control de liberación de SO_x en comparación con el tiempo del primer control de liberación de SO_x.
5. Método de purificación de gases de escape expulsados desde un motor de combustión interna según la reivindicación 2, en el que un filtro (14) de partículas está dispuesto en el interior del conducto de escape de motor aguas abajo del catalizador (13) de purificación de gases de escape y en el que se realiza el primer control de liberación de SO_x durante el tiempo que se hace que se eleve la temperatura del catalizador (13) de purificación de gases de escape para elevar la temperatura del filtro (14) de partículas durante el tiempo de regeneración del filtro (14) de partículas.
6. Método de purificación de gases de escape expulsados desde un motor de combustión interna según la reivindicación 2, en el que se realiza el primer control de liberación de SO_x durante el tiempo de funcionamiento a alta velocidad y alta carga del motor.
7. Método de purificación de gases de escape expulsados desde un motor de combustión interna según la reivindicación 2, en el que una válvula (10) de mariposa está prevista para el control de la cantidad de aire de admisión y en el que cuando debe elevarse la temperatura del catalizador (13) de purificación de gases de escape para el primer control de liberación de SO_x, se alimentan hidrocarburos en una cámara de combustión (2) o en el conducto de escape de motor aguas arriba del catalizador (13) de purificación de gases de escape durante el tiempo de una operación de desaceleración cuando se hace que se cierre la válvula (10) de mariposa.

8. Método de purificación de gases de escape expulsados desde un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que dicho catalizador (51, 52) de metal precioso se compone de platino Pt y al menos uno de rodio Rh y paladio Pd.
- 5
9. Método de purificación de gases de escape expulsados desde un motor de combustión interna según la reivindicación 1, en el que se forma una capa (53) básica que contiene un metal alcalino, un metal alcalinotérreo, un metal de las tierras raras, o un metal que puede donar electrones a NO_x, sobre la superficie de flujo de gases de escape del catalizador (13) de purificación de gases de escape y en el que una superficie de dicha capa (53) básica forma dicha parte (54) de superficie de flujo de gases de escape básica.
- 10

Fig.1

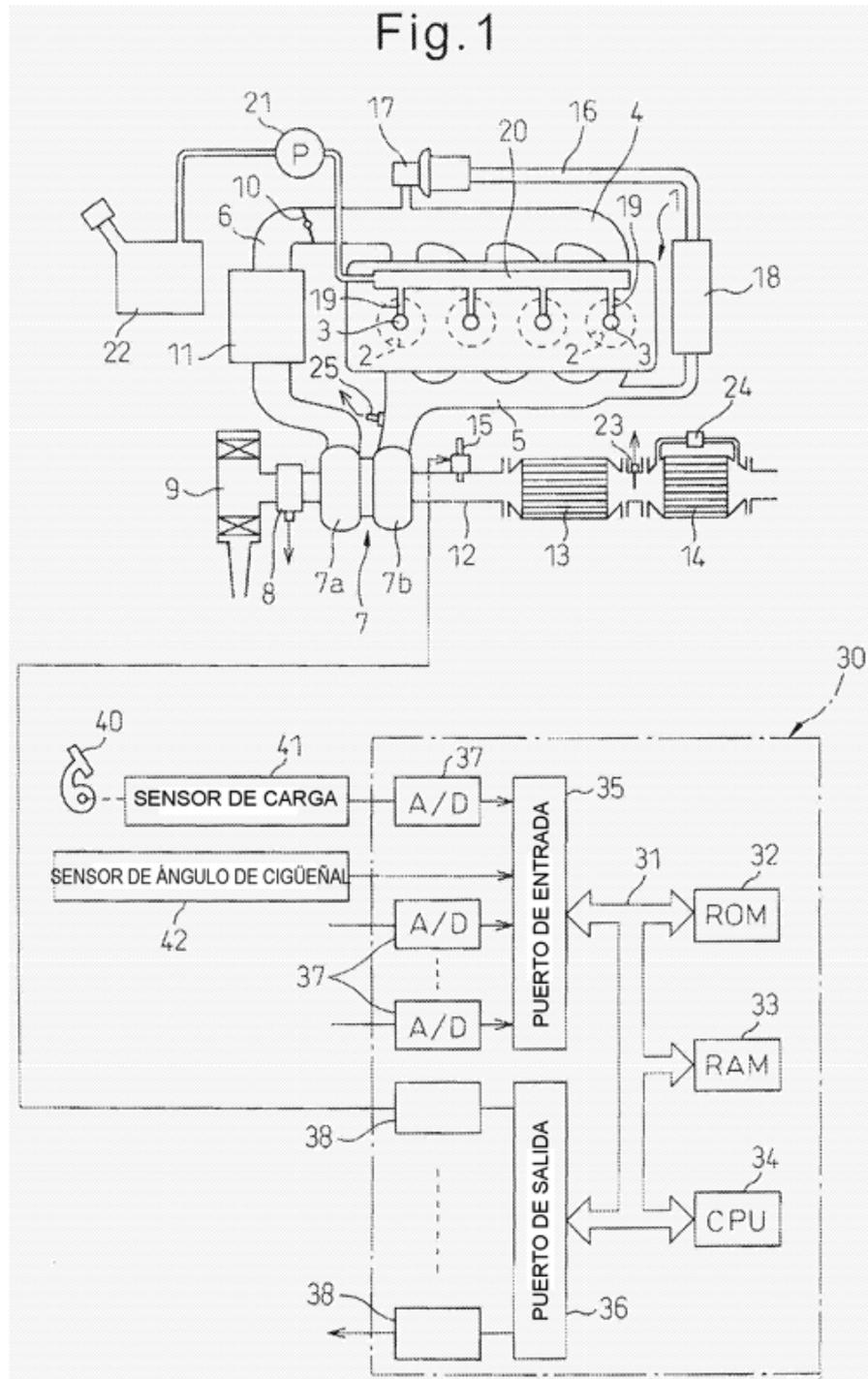


Fig.2

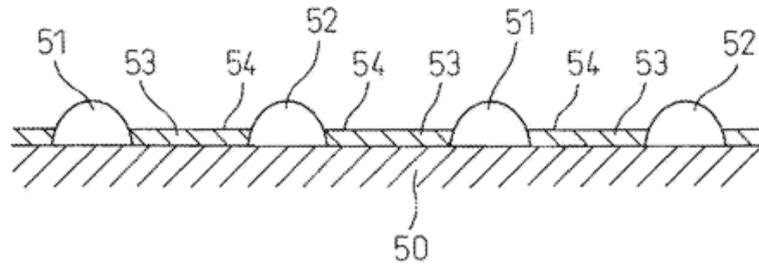


Fig.3

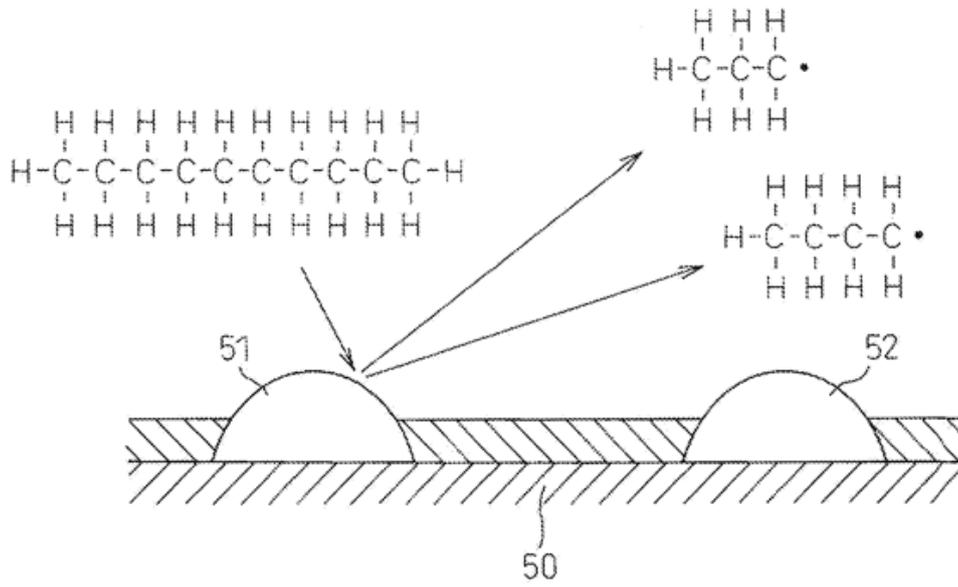


Fig.4

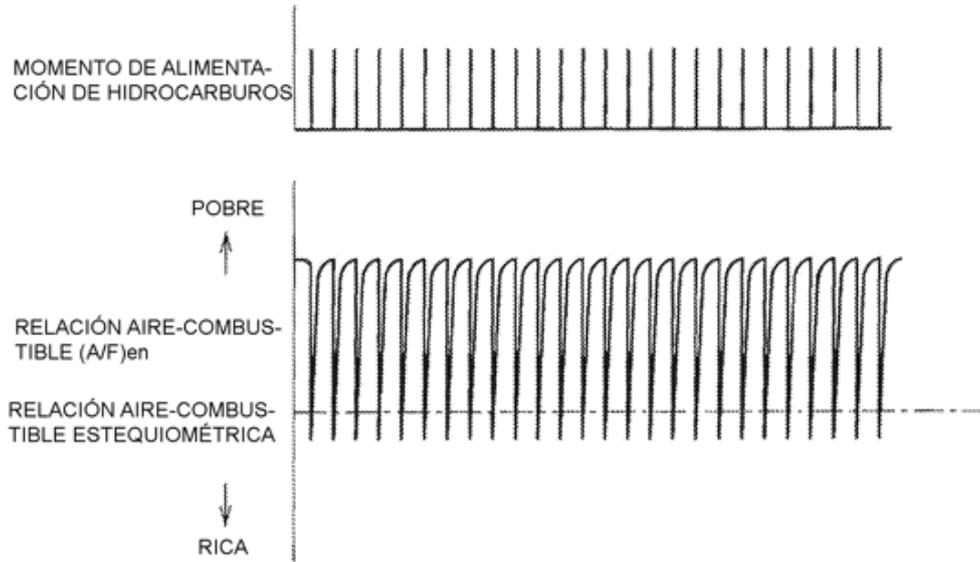


Fig.5

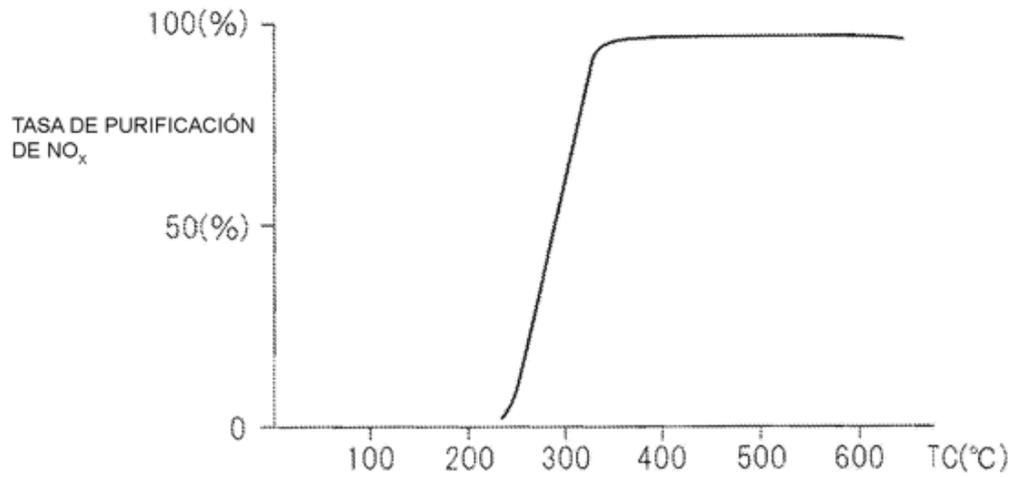


Fig.6A

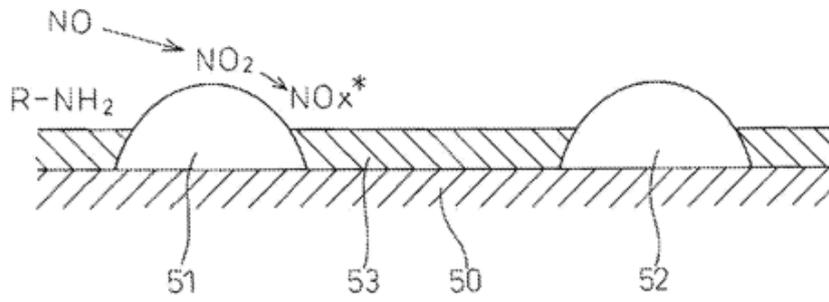


Fig.6B

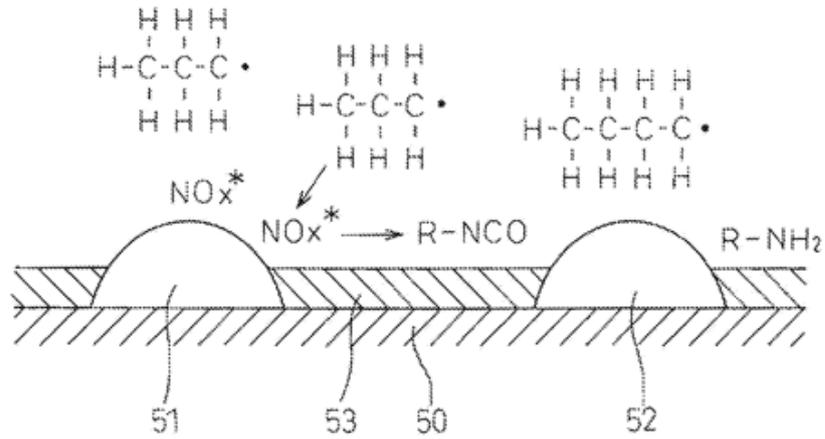


Fig.6C

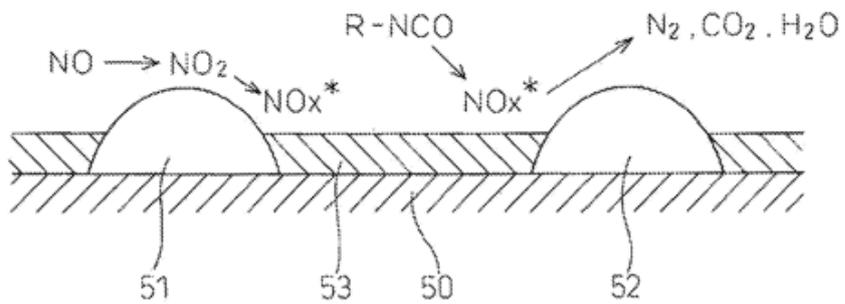


Fig.7A

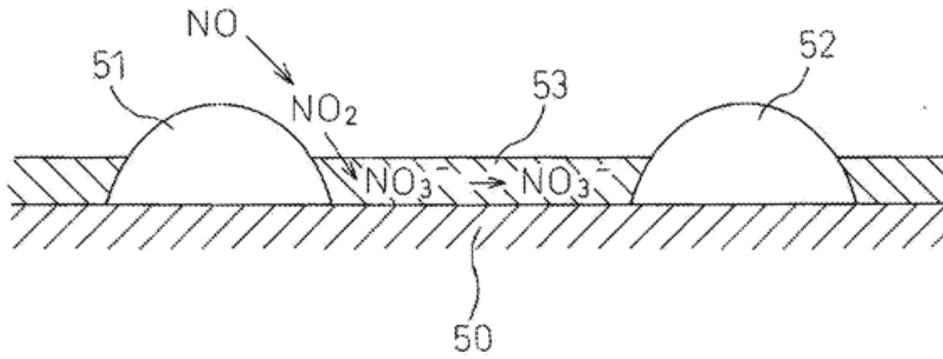


Fig.7B

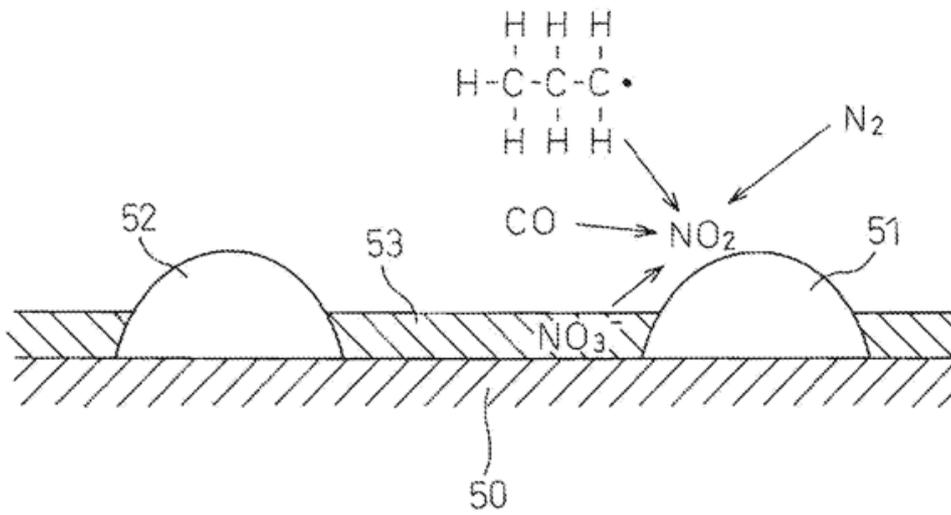


Fig.8

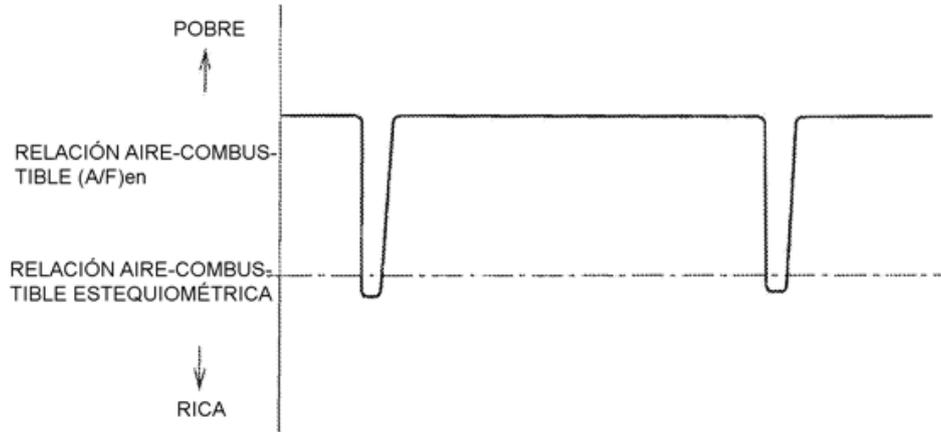


Fig.9

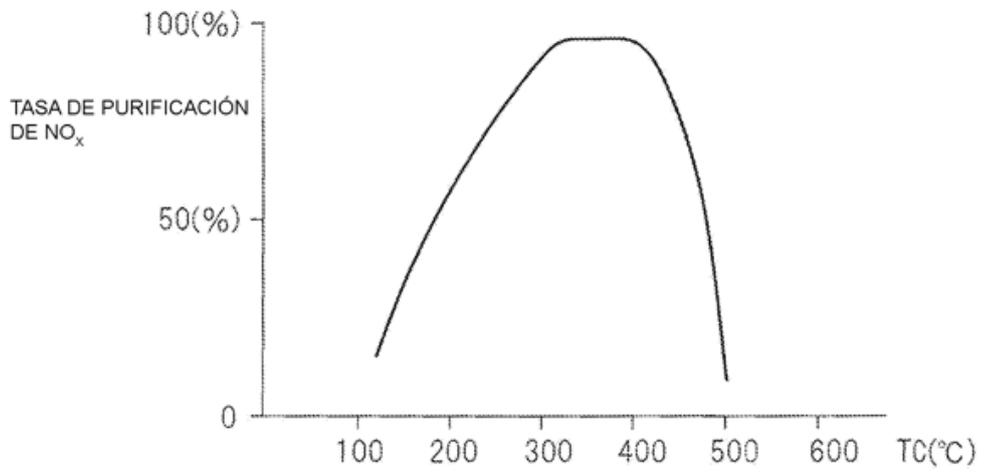


Fig.10

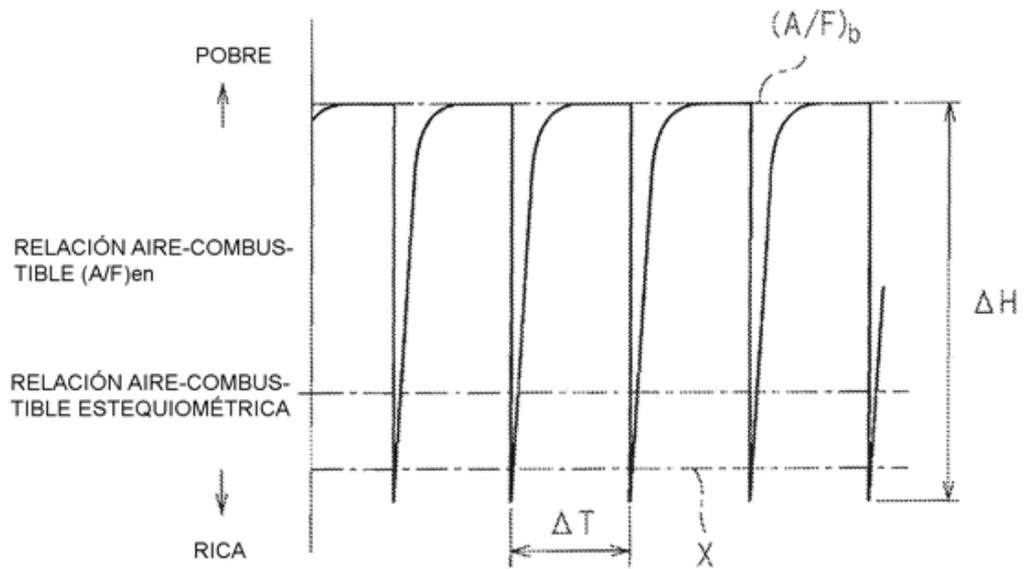


Fig.11

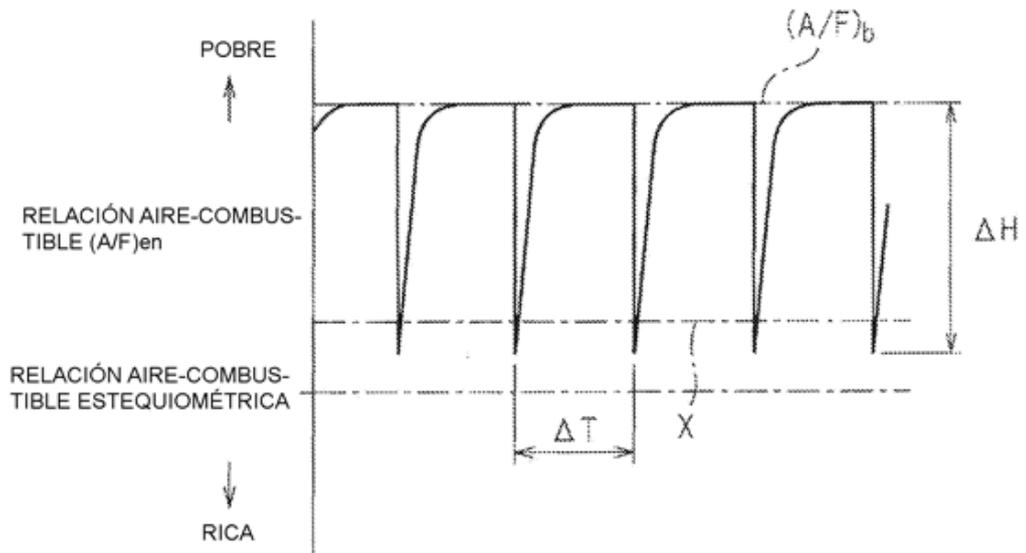


Fig.12

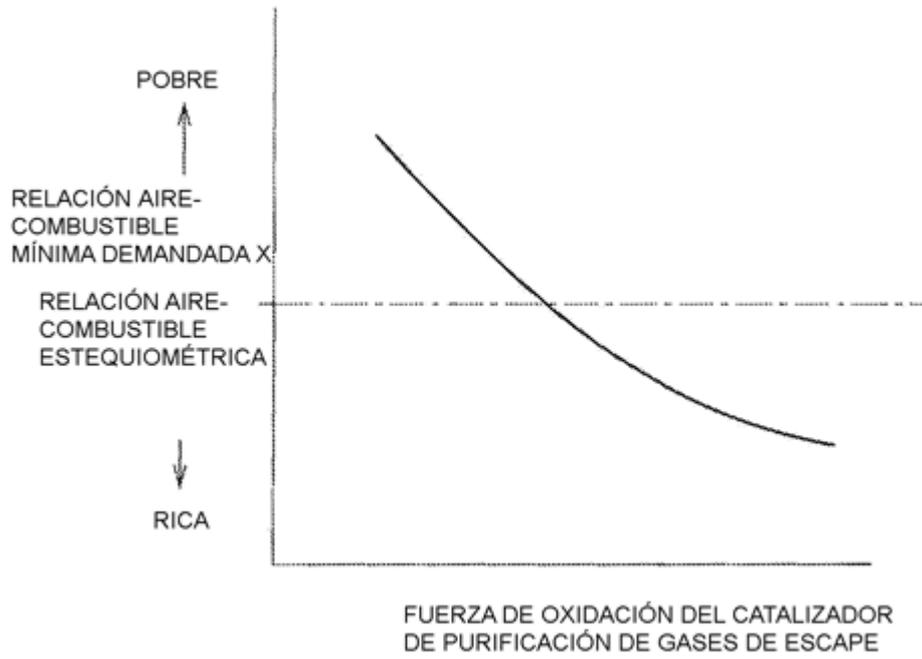


Fig.13

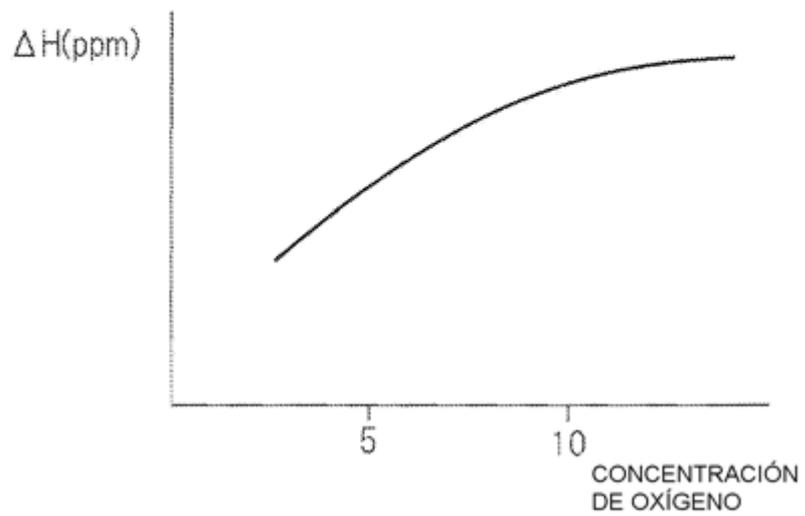


Fig.14

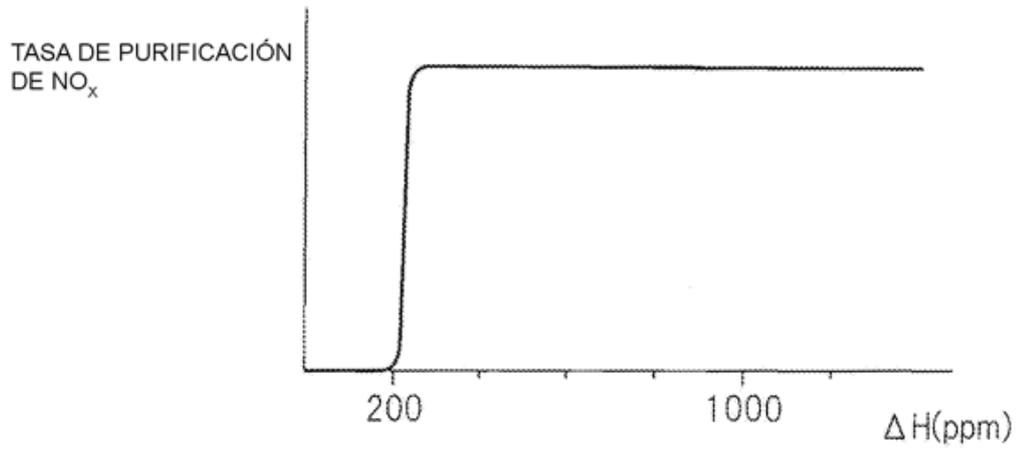


Fig.15

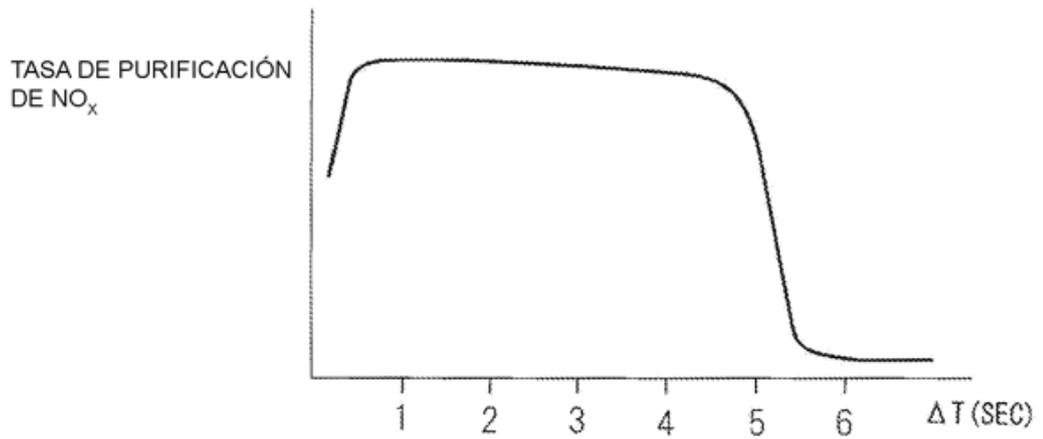


Fig.16

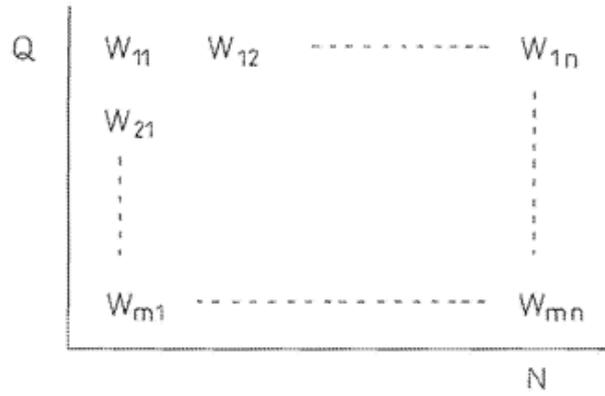


Fig.17

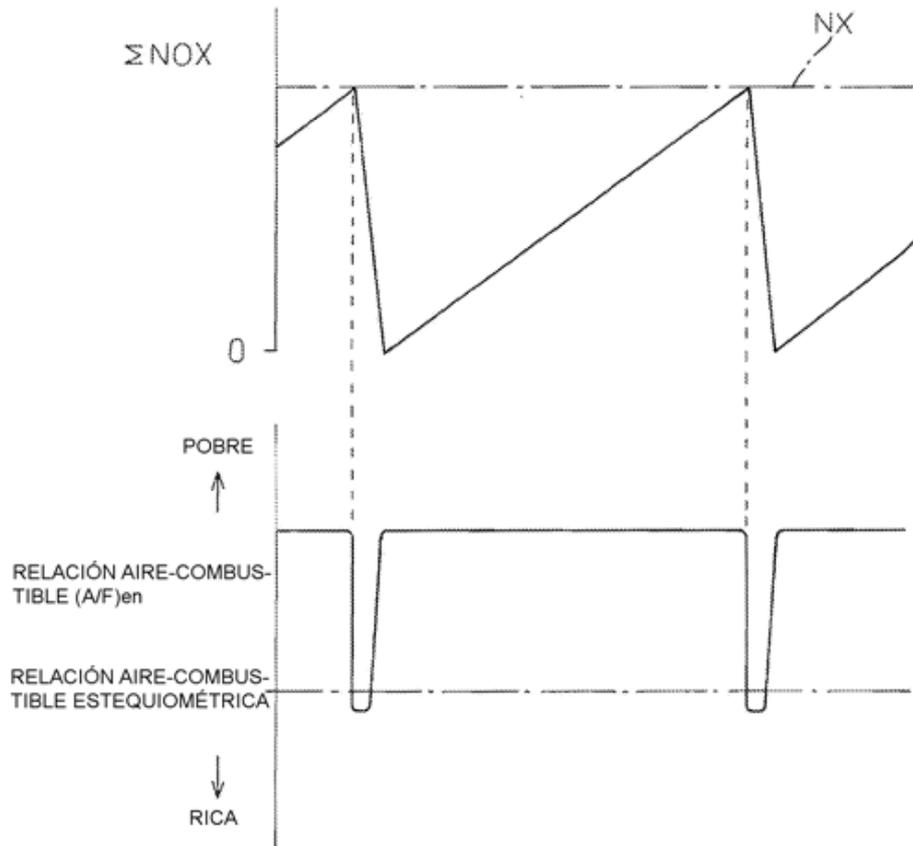


Fig.18

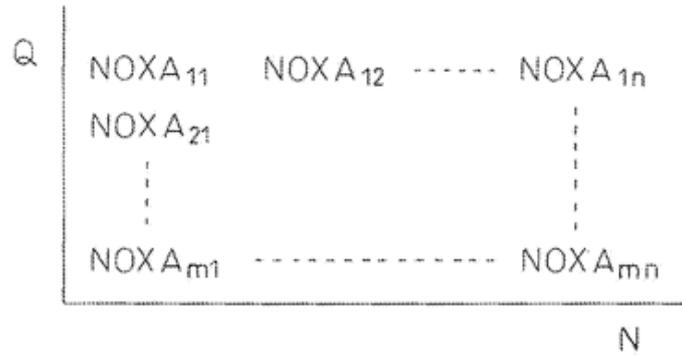


Fig.19

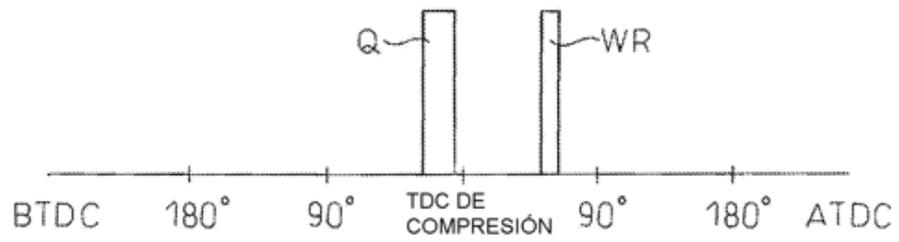


Fig.20

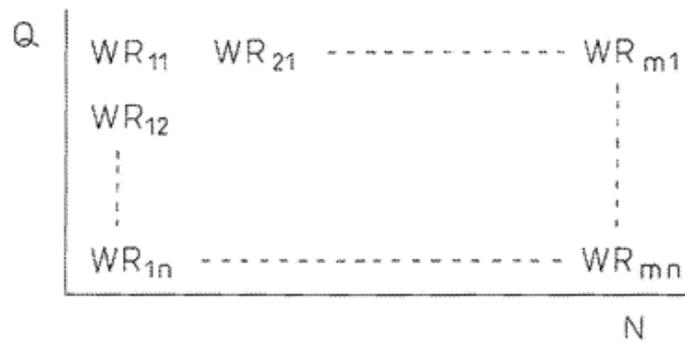


Fig.21A

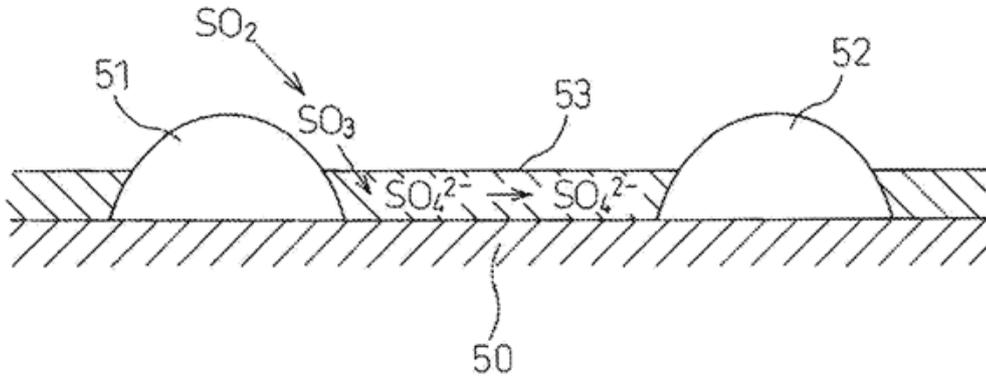


Fig.21B

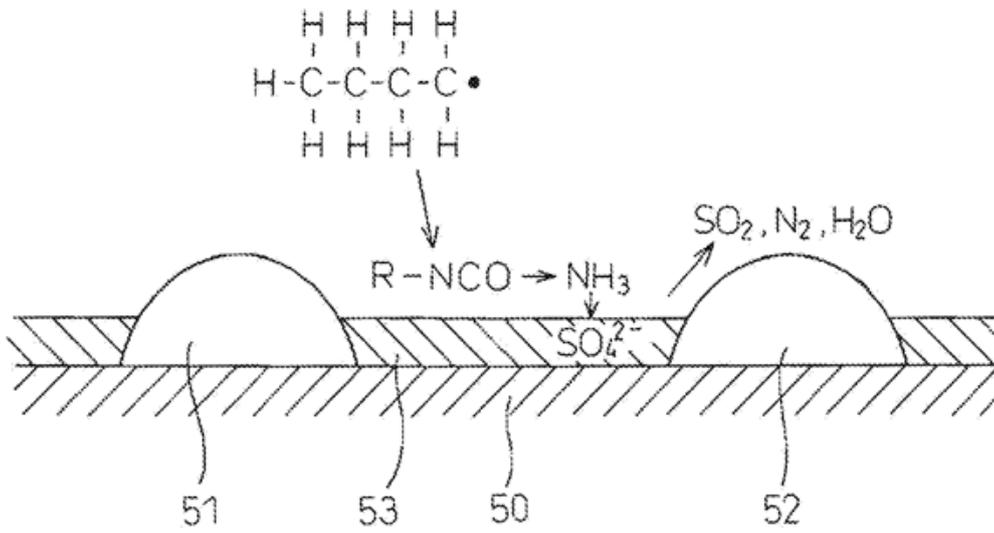


Fig.22A

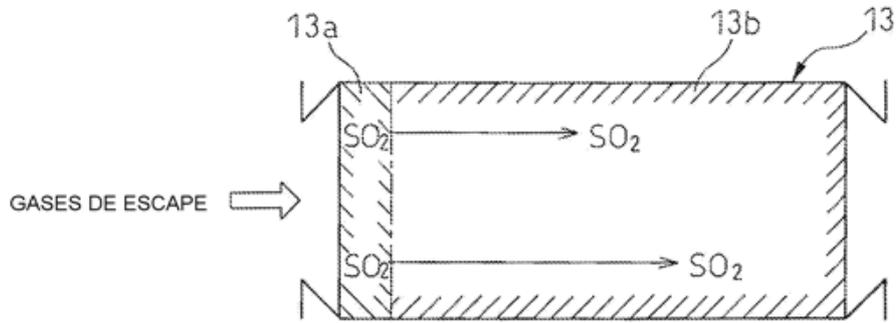


Fig.22B

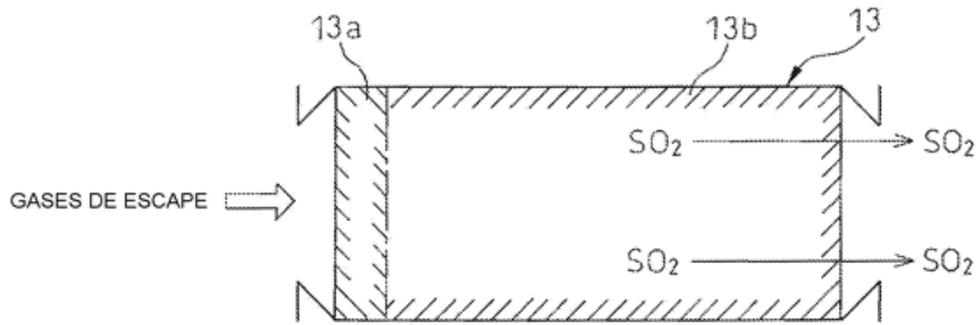


Fig.22C

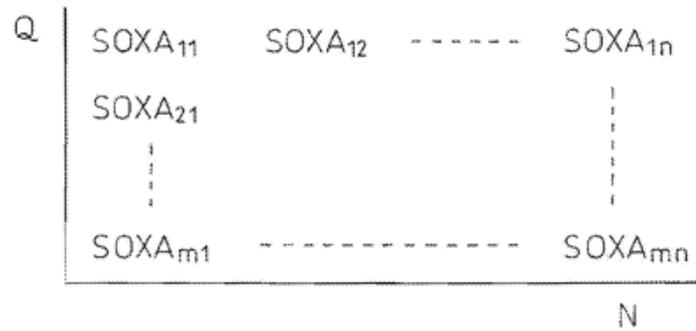


Fig.23A

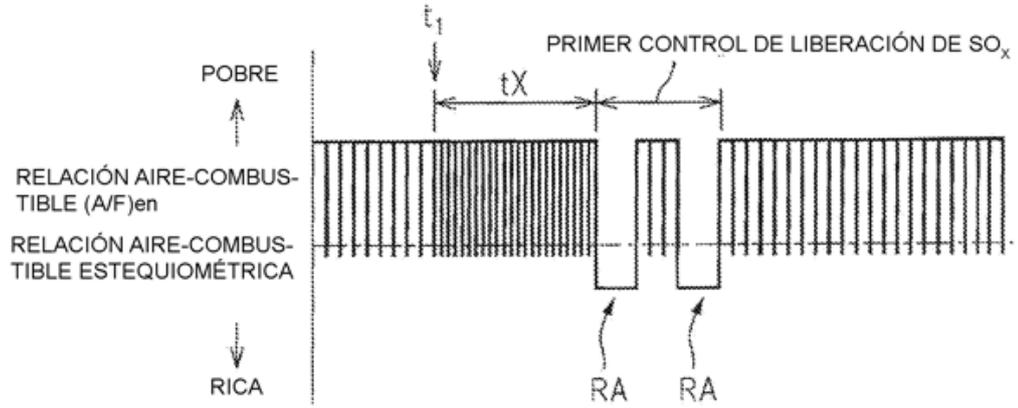


Fig.23B

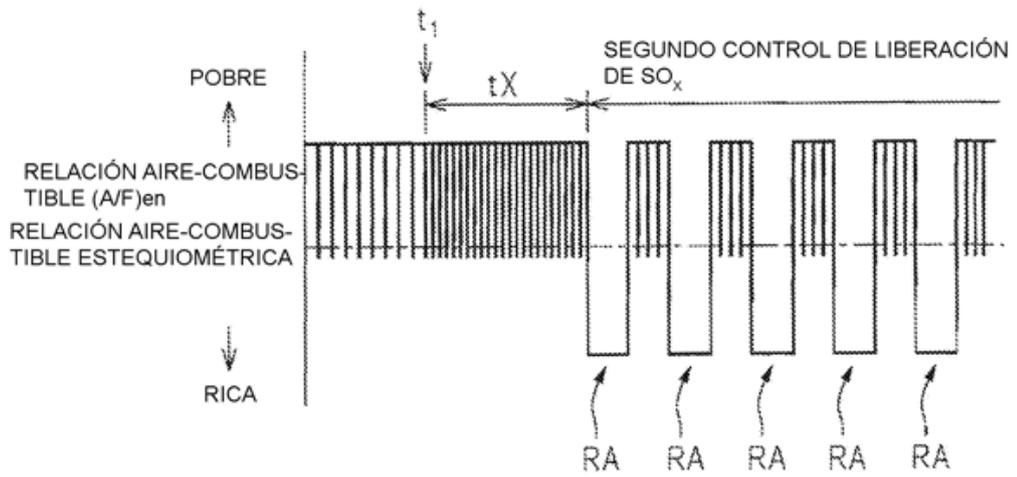


Fig.24

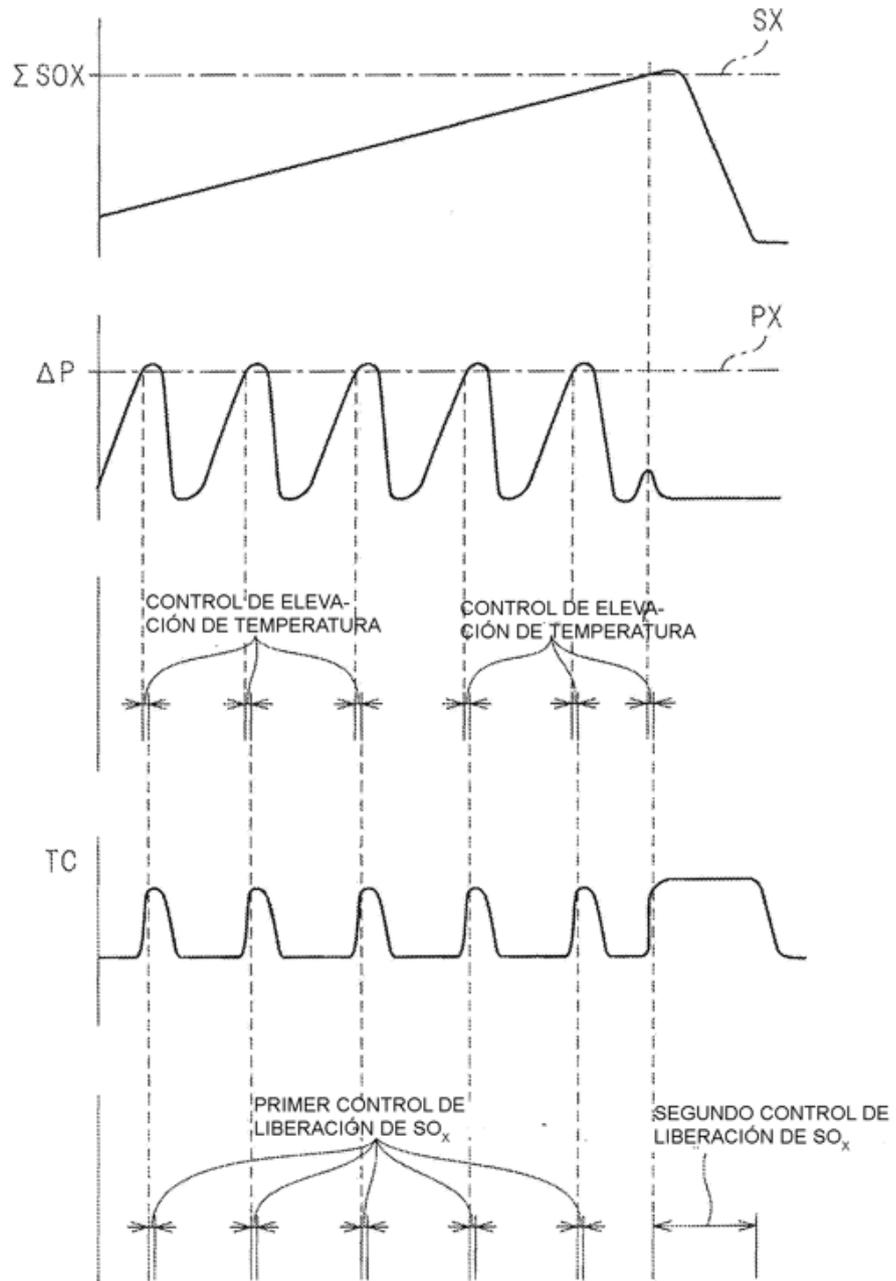


Fig.25

