



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 290 763**

51 Int. Cl.:

**F01N 3/08** (2006.01)

**F01N 3/10** (2006.01)

**F01N 3/20** (2006.01)

**F01N 11/00** (2006.01)

**B01D 53/94** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04773715 .0**

86 Fecha de presentación : **04.10.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1671016**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **21.06.2006**

54

Título: **Dispositivo de purificación de gases de escape y método de purificación de los gases de escape de los motores de combustión interna.**

30

Prioridad: **10.10.2003 JP 2003-352619**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.02.2008**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.02.2008**

73

Titular/es: **Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha  
1, Toyota-cho  
Toyota-shi, Aichi 471-8571, JP**

72

Inventor/es: **Yoshida, Kohei;  
Hirota, Shinya;  
Asanuma, Takamitsu;  
Nakano, Yasuaki y  
Toshioka, Shunsuke**

74

Agente: **Isern Jara, Jaime**

ES 2 290 763 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).

# ES 2 290 763 T3

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de purificación de gases de escape y método de purificación de los gases de escape de los motores de combustión interna.

5

### Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo de purificación de los gases de escape y al método de purificación de dichos gases para un motor de combustión interna.

10

### Principios básicos

Como un catalizador para purificar el  $\text{NO}_x$  contenido en los gases de escape cuando el combustible se quema en una proporción pobre de aire-combustible, se conoce un catalizador que comprende un soporte hecho de alúmina en cuya superficie se forma una capa de un absorbente  $\text{NO}_x$  compuesto de un metal alcalino o alcalinotérreo y en cuya superficie se encuentra un catalizador de un metal precioso como el platino (por ejemplo, ver la Publicación de la Patente no examinada japonesa (kokai) nr.6-, 108826). En este catalizador, cuando el catalizador se activa y el porcentaje aire-combustible del gas de escape es pobre, el  $\text{NO}_x$  contenido en el gas de escape se almacena en el absorbente  $\text{NO}_x$ , mientras que cuando el porcentaje aire-combustible del gas de escape es rico, el  $\text{NO}_x$  que se había almacenado en el absorbente  $\text{NO}_x$  es liberado y reducido.

20

Sin embargo se cree que esta absorción de  $\text{NO}_x$  y la acción de liberarse no se producen cuando el catalizador no es activado. Por lo tanto, en el motor de combustión interna descrito en la publicación anterior, cuando el catalizador no se activa el catalizador se calienta mediante un calentador eléctrico.

25

El documento EP-A-1 010 870 revela un dispositivo de purificación de gases de escape para un motor de combustión interna que tiene un catalizador almacenado  $\text{NO}_x$  en el tubo de escape. El catalizador  $\text{NO}_x$  consta de un catalizador a base de un metal precioso y un absorbente  $\text{NO}_x$ . Cuando el porcentaje aire-combustible del gas de escape que afluye es pobre, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en el gas de escape es almacenado frío en el absorbente  $\text{NO}_x$  mientras el absorbente  $\text{NO}_x$  no sea activado, y es almacenado caliente cuando el absorbente  $\text{NO}_x$  alcanza su temperatura de activación.

30

### Descubrimiento de la invención

Los inventores examinaron los catalizadores diseñados para realizar esta acción de absorción y liberación de  $\text{NO}_x$  y como resultado de ello descubrieron que mientras no se almacena el monóxido de nitrógeno  $\text{NO}$  contenido en el gas de escape en el absorbente  $\text{NO}_x$  cuando el catalizador no es activado, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en los gases de escape se almacena en el absorbente  $\text{NO}_x$  (almacenado frío) incluso cuando el catalizador no es activado por un mecanismo diferente del que actúa al almacenarse el monóxido de nitrógeno  $\text{NO}$  cuando el catalizador es activado.

40

El objeto de la presente invención será lograr un dispositivo de purificación de los gases de escape y un método de purificación de los gases de escape para purificar los gases de escape utilizando este hecho descubierto por los inventores.

45

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se ha previsto un dispositivo de purificación de los gases de escape para un motor de combustión interna que tenga un catalizador que almacene  $\text{NO}_x$  dispuesto en un tubo de escape del motor, de manera que el catalizador que almacene  $\text{NO}_x$  comprenda un catalizador de metal precioso y un absorbente de  $\text{NO}_x$  y, cuando un cociente aire-combustible del gas de escape afluyente sea pobre, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en el gas de escape en el absorbente de  $\text{NO}_x$  se almacene frío cuando no se active y cuando se active el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenado frío se almacene caliente en el absorbente  $\text{NO}_x$ , de manera que el dispositivo de purificación de gases para un motor de combustión interna haga que el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en los gases de escape se almacene frío en el absorbente  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  no es activado y haga que un catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  recupere el control lo que incluye elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  a una temperatura predeterminada para activarlo cuando se cumple una condición predeterminada de restauración del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  con el fin de recuperar la capacidad de almacenar en frío el absorbente de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  no es activado.

55

De acuerdo con este aspecto de la invención es posible retirar el  $\text{NO}_2$  en los gases de escape incluso en el estado donde el catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$  no está activado. Además, en este catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$ , si se eleva la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  para ser activado, el dióxido de nitrógeno almacenado frío cuando no estaba activado es liberado en forma de monóxido de nitrógeno  $\text{NO}$ , es oxidado a dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  por el catalizador del metal precioso activado, y finalmente es almacenado caliente en el absorbente de  $\text{NO}_x$  en forma de iones de ácido nítrico  $\text{NO}_3^-$ . Por lo tanto, aumentando la temperatura del catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$  para activarlo, es posible recuperar la capacidad de almacenamiento en frío del absorbente de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  no es activado. Según todo esto, de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, ajustando de forma apropiada el estado de recuperación del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ , es posible mantener la capacidad de almacenamiento en frío del absorbente de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  no es activado. Observen que se requiere una diferenciación particular en esta especificación, el

65

## ES 2 290 763 T3

almacenamiento en la forma de iones de ácido nítrico  $\text{NO}_3^-$  se conocerá como “almacenamiento en caliente” y el almacenamiento en la forma de ácido nitroso  $\text{NO}_2^-$  se conocerá como “almacenamiento en frío”.

Preferiblemente, el estado o la condición que restablece el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  se fija para que se cumpla previamente a la capacidad de almacenamiento en frío del absorbente de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  que no está activado esté saturado. Según esta configuración, asegurándose de que el control que restablece el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  se ejecuta antes de que la capacidad de almacenamiento en frío del absorbente de  $\text{NO}_x$  se vea saturada, es posible impedir que el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  falle al ser almacenado y sea liberado a la atmósfera.

Preferiblemente, el estado que restablece el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  se ajusta de manera que el dióxido de nitrógeno almacenado en frío no sea liberado del absorbente de  $\text{NO}_x$  en más de una cantidad predeterminada al elevar la temperatura y al activar el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  en el control que restablece el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ .

Tal como se ha explicado antes, si se eleva la temperatura y se activa el control restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ , el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  finalmente caliente almacena el dióxido de nitrógeno almacenado en frío cuando no estaba activado en el absorbente de  $\text{NO}_x$  en forma de iones de ácido nítrico  $\text{NO}_3^-$ . Sin embargo, si la cantidad de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenada en frío cuando no estaba activado es superior a la cantidad de  $\text{NO}_x$  almacenable en el absorbente  $\text{NO}_x$  al elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  a una temperatura predeterminada para activarlo y es también mayor que la cantidad de  $\text{NO}_x$  almacenable en el absorbente de  $\text{NO}_x$  al elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  a una temperatura predeterminada para activarlo, parte del dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenado en frío es apta o propensa a terminar siendo liberada sin intención alguna en forma de  $\text{NO}_x$  cuando se realiza el control restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ .

De acuerdo con esta configuración, se considera este punto al ajustar el estado restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ , así que al elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  para activarlo en el control restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ , es posible mantener una gran cantidad de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenado en frío sin que termine siendo liberada de forma no intencionada.

Observen que aquí, “el dióxido de nitrógeno almacenado en frío  $\text{NO}_2$  que no es liberado del absorbente de  $\text{NO}_x$  en más de una cantidad predeterminada” incluye no solo el caso del dióxido de nitrógeno almacenado en frío  $\text{NO}_2$  que no es liberado en más de una cantidad predeterminada como óxido de nitrógeno  $\text{NO}_x$  o que no es liberada a una velocidad mayor de una velocidad predeterminada, sino que también el caso donde la cantidad real de liberación de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  por el tiempo calculado a partir de la velocidad de liberación de óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  en el momento en que se libera el dióxido de nitrógeno almacenado en frío del absorbente de  $\text{NO}_x$  y la velocidad de almacenamiento de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  en el absorbente de  $\text{NO}_x$  no es superior a una cantidad predeterminada.

Preferiblemente, el dispositivo tiene un medio para estimar la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$  para calcular una cantidad de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenada en frío en el absorbente de  $\text{NO}_x$  y un medio para estimar la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$  para calcular una cantidad de óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  capaz de ser almacenada en el absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando el catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$  está a la temperatura predeterminada, y se considera que se cumple la condición restauradora del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  cuando la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$  estimada el medio que calcula la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$  es mayor o igual que una cantidad predeterminada fijada en no mayor que la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$  en base a la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$  estimada por el medio que calcula la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$ .

Tal como se ha explicado con anterioridad, cuando por ejemplo la cantidad de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenada en frío en el absorbente de  $\text{NO}_x$  es mayor que la cantidad de óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  capaz de ser almacenada en frío en el absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  es la temperatura predeterminada, parte del dióxido de nitrógeno almacenado en frío  $\text{NO}_2$  puede no ser almacenado en el absorbente de  $\text{NO}_x$  y terminar siendo liberado como  $\text{NO}_x$  al elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  para activarlo en el control restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ .

Contrariamente a esto, en esta configuración, puesto que la condición o el estado que restablece el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  se considera que se cumple y el control restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  se lleva a cabo cuando la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$  estimada por el medio de cálculo de la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$  pasa a ser mayor o igual a una cantidad predeterminada fijada en no superior a la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$  en base a la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$  estimada por el medio que calcula la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$ , es posible mantener el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenado en frío evitando que sea liberado al elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  para activarlo en el control restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ .

Preferiblemente, el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  es un catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  que tiene la función de almacenar en caliente los óxidos de nitrógeno contenidos en el gas de escape en el absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  es activado y la proporción airecombustible del gas de escape que fluye en el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  es pobre, el dispositivo tiene un medio que estima la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  para calcular una velocidad de liberación de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  del absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando se hace que la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  sea la temperatura predeterminada y un medio que estima la velocidad de almace-

## ES 2 290 763 T3

namiento de  $\text{NO}_x$  para calcular una velocidad de almacenamiento de los óxidos de nitrógeno respecto al absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando se hace que la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  sea la temperatura predeterminada, y el estado restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  se considera que se cumple cuando la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  estimada por el medio que calcula la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  es mayor o igual a una velocidad predeterminada fijada en no superior a la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  en base a la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  estimada por el medio que calcula la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$ .

Si la velocidad de liberación de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  cuando el dióxido de nitrógeno almacenado en frío es liberado del absorbente de  $\text{NO}_x$  al hacer que la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  sea la temperatura predeterminada, es menor que la velocidad de almacenamiento de los óxidos de nitrógeno frente al absorbente de  $\text{NO}_x$  haciendo que la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  sea la temperatura predeterminada, se puede concebir que no se libere  $\text{NO}_2$  almacenado en frío al elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  a la temperatura predeterminada para activarlo en el control del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ .

Esta configuración se planteaba teniendo en cuenta todo esto. Cuando la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  estimada por el medio que calcula la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  pasa a ser mayor o igual a una velocidad predeterminada establecida en no superior a la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  en base a la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  calculada por el medio de cálculo de dicha velocidad, se considera que se cumple el estado o la condición restauradora del catalizador de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  y se lleva a cabo el control restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ . Debido a esto es posible impedir sustancialmente que el dióxido de nitrógeno almacenado en frío sea liberado del absorbente de  $\text{NO}_x$  al elevar la temperatura del catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$  para activarlo en el control restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  y como resultado de ello se evita que el dióxido de nitrógeno almacenado termine siendo liberado a la atmósfera como  $\text{NO}_x$ .

Preferiblemente, el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  es un catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  que tiene la función de almacenar en caliente los óxidos de nitrógeno contenidos en el gas de escape en el absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  es activado y la proporción airecombustible del gas de escape que fluye en el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  es pobre, el dispositivo tiene un medio que estima la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  para calcular una velocidad de liberación de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  del absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando se hace que la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  sea la temperatura predeterminada y un medio que estima la velocidad de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  para calcular una velocidad de escape de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  del motor de combustión interna, y un medio que estima la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  para calcular una velocidad de almacenamiento de los óxidos de nitrógeno respecto al absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando se hace que la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  sea la temperatura predeterminada, y el estado restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  se considera que se cumple cuando una suma de la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  estimada por el medio que calcula la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  y la velocidad de escape del  $\text{NO}_x$  estimada por el medio que la calcula es mayor o igual a una velocidad predeterminada fijada en no superior a la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  en base a la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  estimada por el medio que calcula la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$ .

Por ejemplo, si la velocidad de liberación de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  cuando el dióxido de nitrógeno almacenado en frío es liberado del absorbente de  $\text{NO}_x$  al hacer que la temperatura del catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$  sea la temperatura predeterminada, es la misma que la velocidad de almacenamiento de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  con respecto al absorbente de  $\text{NO}_x$  al hacer que la temperatura del catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$  sea la temperatura predeterminada, se puede pensar que no se liberará dióxido de nitrógeno almacenado en frío al elevar la temperatura del catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$  a la temperatura predeterminada para activarlo en el control restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ . Sin embargo, en este caso, los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  procedentes del motor de combustión interna terminarán siendo liberados a la atmósfera como durante el control restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ .

Contrariamente a esto, y de acuerdo con esta configuración, cuando la suma de la velocidad de liberación de  $\text{NO}_x$  estimada por el medio de cálculo de la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  y la velocidad del  $\text{NO}_x$  del tubo de escape calculada por el medio de cálculo de la velocidad de los gases del  $\text{NO}_x$  es mayor o igual a una velocidad predeterminada fijada en no superior a la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  en base a la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  calculada por el medio de cálculo de la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$ , se considera que la condición o el estado restaurador del catalizador de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  se cumple y que se realiza el control restaurador del catalizador de almacenamiento de  $\text{NO}_x$ , por lo que es posible evitar que los óxidos de nitrógeno procedentes del tubo de escape del motor de combustión interna sean liberados a la atmósfera en el momento del control restaurador del catalizador de almacenamiento de  $\text{NO}_x$ .

Preferiblemente, el catalizador de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  tiene la función de liberar, reducir y purificar los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  que habían sido almacenados en caliente en el absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  es activado y cuando se hace que el cociente aire-combustible del gas de escape fluya menos en el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  y tiene la función de establecer la presencia de un agente reductor en condiciones, y el control restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  incluye hacer que el cociente de aire-combustible del gas de escape fluya menos en el catalizador de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  y establecer la presencia de un agente reductor en condiciones. Según esta configuración, realizando el control restaurador del catalizador de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  es posible liberar, reducir y purificar los óxidos de nitrógeno almacenados en caliente en el absorbente de  $\text{NO}_x$ .

## ES 2 290 763 T3

Preferiblemente, el dispositivo tiene además un medio que incrementa el cociente de  $\text{NO}_2$  para incrementar un cociente de dióxido de nitrógeno con respecto al monóxido de nitrógeno  $\text{NO}$  producido en el momento de la combustión bajo un cociente pobre de aire-combustible cuando el catalizador de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  no es activado en comparación con cuando el catalizador es activado en el mismo estado de funcionamiento del motor.

5

El catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  puede almacenar en frío el dióxido de nitrógeno en el absorbente de  $\text{NO}_x$  incluso cuando no está activado cuando el cociente de aire-combustible del gas que fluye por el tubo de escape es bajo. Por lo tanto, según esta configuración es posible mejorar el cociente de purificación del  $\text{NO}_x$  cuando el catalizador de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  no está activado.

10

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, existe un método de purificación de los gases para un motor de combustión interna que incluye, colocar un catalizador de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  en un tubo de escape del motor, de manera que el catalizador que almacene  $\text{NO}_x$  conste de un catalizador de metal precioso y de un absorbente de  $\text{NO}_x$  y, cuando el cociente de aire-combustible del gas de escape que fluye sea pobre, el dióxido de nitrógeno contenido en el tubo de escape en el absorbente de  $\text{NO}_x$  se almacena en frío cuando no está activado y el dióxido de nitrógeno contenido en el tubo de escape en el absorbente de  $\text{NO}_x$  se almacena en caliente cuando está activado, lo que hace que el dióxido de nitrógeno contenido en el gas de escape sea almacenado en frío en el absorbente de  $\text{NO}_x$  en unas condiciones en las que el catalizador de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  no es activado y al aumentar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  a una temperatura predeterminada para activarlo, es decir para restaurar la capacidad de almacenamiento en frío del absorbente de  $\text{NO}_x$  en las condiciones en las que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  no es activado previamente a que se sature la capacidad del almacenamiento en frío del absorbente de  $\text{NO}_x$  en las condiciones en las que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado.

15

20

25

De acuerdo con el segundo aspecto de la invención, es posible retirar el  $\text{NO}_2$  del gas de escape incluso cuando el catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$  no está activado. Además, en el catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$ , cuando se eleva la temperatura para ser activado, el dióxido de nitrógeno almacenado en frío cuando no está activado es finalmente almacenado en caliente en el absorbente de  $\text{NO}_x$  en forma de iones de ácido nítrico  $\text{NO}_3^-$ , de manera que la capacidad de almacenar en frío del absorbente de  $\text{NO}_x$  en las condiciones en las que el catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$  no está activado se puede recuperar. De acuerdo con todo esto, y según este aspecto de la invención, la capacidad de almacenar en frío el absorbente de  $\text{NO}_x$  en las condiciones en las que el catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$  no está activado se puede mantener.

30

### Breve descripción de los dibujos

35

Estos y otros objetivos y características de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción de las configuraciones preferidas con referencias detalladas a los dibujos adjuntos, donde:

40

Figura 1 muestra el caso de aplicación de la presente invención respecto a un motor de combustión interna tipo ignición de compresión;

Figuras 2a y 2b son visiones que muestran esquemáticamente las secciones transversales de la parte superficial del soporte de un catalizador de almacenamiento de  $\text{NO}_x$ ;

45

Figura 3 es una visión para explicar un fenómeno de filtración

Figura 4 es una visión de la relación entre una cantidad  $A_b$  almacenable de  $\text{NO}_x$  y una temperatura  $T_C$  de un catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ ;

50

Figura 5 es un diagrama de flujo de una rutina de control de un método que se lleva a la práctica en la configuración que aparece en la figura 1;

Figura 6 es una visión de varios modelos de inyección de combustible;

55

Figura 7 es un diagrama de flujo de una rutina de control de otro método puesto en práctica por la configuración que aparece en la figura 1;

Figura 8a es una visión de la relación entre una velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  y una cantidad almacenada de  $\text{NO}_x$ , mientras la Fig. 8b es una visión de la relación entre una velocidad de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  y una cantidad almacenada de  $\text{NO}_x$ ;

60

Figura 9 es un diagrama de flujo de una rutina de control de otro método puesto en práctica por la configuración que aparece en la figura 1; y

65

Figura 10 es una visión explicatorio que ilustra la relación entre una velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$   $V_a$  del absorbente de  $\text{NO}_x$ , una velocidad  $V_e$  de los gases de escape del motor, una velocidad de almacenamiento de  $\text{NO}_x$   $V_b$  respecto al absorbente de  $\text{NO}_x$ , una velocidad de los criterios de juicio  $V_x$ , etc. usando como la abscisa la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$   $Q_a$  del absorbente de  $\text{NO}_x$ .

**Mejores modos de llevar a cabo la invención**

Las configuraciones preferidas de la presente invención se describirán con todo detalle a continuación mientras se hace referencia a las figuras adjuntas.

5

La Fig. 1 muestra el caso de aplicación de la presente invención a un motor de combustión interna tipo ignición por compresión. Observen que la presente invención se puede aplicar también a un motor de combustión interna tipo ignición por chispa.

10 Respecto a la figura 1, 1 indica un cuerpo de motor, 2 indica una cámara de combustión de cada cilindro, 3 indica un inyector de combustible controlado electrónicamente para inyectar combustible en cada cámara de combustión 2, 4 indica un colector de admisión, y 5 indica un colector de escape. El colector de escape está conectado a través de un conducto de admisión 6 a un orificio de salida o descarga de un compresor 7a de un alimentador turbo de gases de escape. La entrada del compresor 7a está conectada a un purificador de aire 8. Dentro del tubo de admisión 6 se dispone una válvula reguladora 9 accionada por un motor de accionamiento gradual o escalonado. Además, alrededor del conducto de admisión 6 se dispone un dispositivo de refrigeración (refrigerador) 10 para enfriar el flujo de aire de entrada a través del interior del conducto de admisión 6. En la configuración que se muestra en la figura 1, el agua refrigerante del motor es conducida al refrigerador 10. El agua refrigerante del motor enfría el aire de admisión. Por otro lado, el colector de escape 5 se conecta a un orificio de entrada de una turbina de escape 7b del alimentador turbo de los gases de escape 7, mientras que el orificio de salida de la turbina de escape 7b está conectada a una caja 12 que aloja un catalizador de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  11. El orificio de salida superior del colector de gases de escape 5 dispone de una válvula de suministro de agente reductor 13 para el suministro de un agente reductor que comprende, por ejemplo, un hidrocarburo en el gas de escape que fluye a través del interior del colector de escape 5.

25 El colector de escape 5 y el colector de admisión 4 están unidos por un conducto de recirculación del gas de escape (al que se hace referencia a continuación como un "EGR") 14. El conducto o tubo EGR 14 dispone de una válvula de control del EGR controlada electrónicamente 15. Además, alrededor del conducto 14 del EGR se dispone de un dispositivo de refrigeración (refrigerador EGR) 16 para enfriar el gas del EGR que fluye por el interior del tubo del EGR 14. En la configuración que se muestra en la figura 1, el agua refrigerante del motor es conducida al refrigerador del EGR 16. El agua refrigerante del motor enfría el gas del EGR. Por otro lado, cada inyector de combustible 3 está unido a través de un tubo de alimentación de combustible 17 a un recipiente de combustible, es decir, lo que se conoce como "vía común" 18. Esta vía común 18 es alimentada con combustible procedente de una bomba 19 de combustible de descarga variable controlada electrónicamente. El combustible que llega a la vía común 18 es alimentado a través de un tubo o conducto de alimentación de combustible 17 al inyector de combustible 3.

35

Una unidad de control electrónico consta de un ordenador digital que dispone de una memoria únicamente de lectura (ROM) 32, una memoria de acceso aleatorio (RAM) 33, un microprocesador (CPU) 34, un puerto de entrada 35, y un puerto de salida 36 todos ellos conectados unos con otros por un enlace común bidireccional 31. El catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 dispone de un sensor de temperatura 20 para detectar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11. La señal de salida del sensor de temperatura 20 entra al puerto de entrada 35 a través de un convertidor AD 37 correspondiente. Además, un pedal acelerador 40 está conectado a un sensor de carga 41 que genera un voltaje de salida proporcional a la cantidad de depresión L del pedal acelerador 40. El voltaje de salida del sensor de carga 41 entra al puerto de entrada 35 a través de un convertidor AD 37 correspondiente. Además, el puerto de entrada 35 tiene un sensor de ángulo de calado 42 que genera un pulso de salida cada vez que el eje del cigüeñal gira, por ejemplo, 15 grados conectado a él. Por otro lado, el puerto de salida 36 está conectado a través del correspondiente circuito impulsor 38 a los inyectores de combustible 3, al motor escalonado 9 de la válvula reguladora, a la válvula 13 de suministro del agente reductor, a la válvula 15 de control del EGR, y a la bomba de combustible 19.

50 El catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 que aparece en la figura 1 consta de un catalizador monolítico. Una base del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 lleva, por ejemplo, un soporte de catalizador que consta de alúmina. Las figuras 2a y 2b muestran esquemáticamente la sección transversal de la pieza superficial de este soporte catalizador 45. Tal como muestran las figuras 2a y 2b, el soporte del catalizador 45 lleva un catalizador 46 de metal precioso dispersado en su superficie. Además, el soporte del catalizador 45 está formado por una capa de absorbente de  $\text{NO}_x$  47 en su superficie.

55 En esta configuración de la presente invención, el platino se utiliza como el catalizador de metal precioso 46. Como ingrediente que forma parte del absorbente de  $\text{NO}_x$  47, se puede utilizar, por ejemplo, al menos un elemento seleccionado del grupo formado por el potasio K; sodio Na, cesio Cs o bien otro metal alcalino, bario Ba, calcio Ca, u otro metal alcalinotérreo, lantano La, itrio U, o bien otra tierra rara.

60 Si el cociente de aire y combustible (hidrocarburos) suministrado al conducto o tubo de admisión del motor, a las cámaras de combustión 2, y a la contracorriente del conducto de gases de escape del catalizador de almacenaje  $\text{NO}_x$  11, se le conoce como "el cociente aire-combustible del gas de escape", cuando se activa el catalizador 46 del metal precioso, es decir, cuando se activa el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$ , el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  realiza un proceso de absorción del  $\text{NO}_x$  y una acción de liberación de lo almacenado en caliente cuando el cociente de aire-combustible del gas de escape es pobre y libera el  $\text{NO}_x$  almacenado en caliente cuando la concentración de oxígeno en el gas de escape desciende. Observen que cuando no se suministra combustible (hidrocarburos) o aire al tubo de gases de escape del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11, el cociente aire-combustible del gas de escape coincide con el cociente aire-combustible de la mezcla aire-combustible que alimenta las cámaras de combustión 2. Por lo tanto, en este caso, el

65

## ES 2 290 763 T3

absorbente de  $\text{NO}_x$  47 almacena en caliente  $\text{NO}_x$  cuando el cociente aire-combustible de la mezcla aire-combustible que alimenta las cámaras de combustión 2 es pobre, mientras que libera el  $\text{NO}_x$  almacenado en caliente cuando la concentración de oxígeno en la mezcla aire-combustible que va a las cámaras de combustión 2 desciende.

5 Es decir, si se explica esta toma como un ejemplo del caso que utiliza bario Ba como el ingrediente que forma el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$ , cuando el cociente aire-combustible del gas de escape es pobre, es decir, cuando la concentración de oxígeno en el gas de escape es alta, si se activa el catalizador del metal precioso 46, el NO contenido en el gas de escape es oxidizado en el platino Pt 46 tal como se muestra en la figura 2a para pasar a ser  $\text{NO}_2$ , luego es absorbido en el absorbente de  $\text{NO}_x$  47 y se dispersa en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en forma de iones de ácido nítrico  $\text{NO}_3^-$  mientras se enlaza al óxido de bario BaO. De esta forma, el  $\text{NO}_x$  se almacena en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$ . Es decir, el almacenar en la forma de iones de ácido nítrico  $\text{NO}_3^-$  se conoce como "almacenar en caliente". Mientras la concentración de oxígeno en el gas de escape sea alta, se produce  $\text{NO}_2$  en la superficie del platino Pt 46. Mientras la capacidad de almacenamiento en caliente del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  no se vea saturada, el  $\text{NO}_2$  se almacena en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  y se producen los iones de ácido nítrico  $\text{NO}_3^-$ .

15 Contrariamente a esto, enriqueciendo el cociente aire-combustible en las cámaras de combustión 2 o bien el cociente estequiométrico aire-combustible o bien aportando un agente reductor procedente de la válvula de suministro de agentes reductores 13 de manera que se enriquezca el cociente aire-combustible del gas de escape o bien el cociente estequiométrico aire-combustible, la concentración de oxígeno en el gas de escape disminuye, de manera que la reacción procede en la dirección invertida ( $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$ ) y por lo tanto los iones de ácido nítrico  $\text{NO}_3^-$  en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  son liberados del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en forma de  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  etc.. En este caso, puesto que el agente reductor (HC no quemado, CO, etc.) está presente en el gas de escape, el  $\text{NO}_x$  liberado es reducido por el agente reductor (HC incombusto, CO, etc...) contenido en el gas de escape.

25 Ahora, los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  en el gas de escape no son almacenados en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en forma de monóxido de nitrógeno  $\text{NO}_x$ . Tienen que convertirse a la forma de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  o de lo contrario no serán almacenados en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$ . Es decir, el monóxido de nitrógeno NO contenido en el gas de escape tiene que transformarse en dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$ , es decir, tiene que ser oxidizado o bien no será almacenado en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$ . El platino Pt 46 inherentemente tiene actividad a baja temperatura. Sin embargo, la basicidad del absorbente 47 del  $\text{NO}_x$  es notablemente fuerte. Por lo tanto, la actividad del platino Pt 46 a una temperatura baja, es decir, la acidez tiende a ser débil. Como resultado de ello, si la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 desciende, la acción de oxidación del monóxido de nitrógeno NO a dióxido de nitrógeno pasa a ser más débil. Por lo tanto, para oxidizar el monóxido de nitrógeno NO, es necesario que el catalizador del metal precioso 46 sea elevado en temperatura y sea activado, es decir, que el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  sea activado. Por lo tanto, hasta el momento, para purificar  $\text{NO}_x$  se ha considerado necesario que el catalizador 46 del metal precioso sea activado, es decir que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 sea activado.

Los inventores se esforzaron por investigar sobre este catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  y como resultado de ello aprendieron que el monóxido de nitrógeno NO contenido en el gas de escape no será almacenado en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  hasta que el Pt 46 platino sea activado, es decir, a menos que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  sea activado, pero el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  se almacenará en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en la forma de ácido nitroso  $\text{NO}_2^-$  tal como se ve en la figura 2b incluso si el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no es activado. Observen que en esta especificación, el almacenamiento en la forma de ácido nitroso  $\text{NO}_2^-$  se conocerá como "almacenamiento en frío" para diferenciarlo del anterior "almacenamiento en caliente". Además, cuando no es necesario diferenciar en particular el almacenamiento en frío y el almacenamiento en caliente, se hace referencia simplemente al "almacenamiento".

Adicionalmente, puesto que el almacenamiento en frío del  $\text{NO}_2$  es posible incluso si el catalizador 11 no está activado, la "activación del catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$ " en esta especificación equivale a un estado en el que el monóxido de nitrógeno NO puede ser oxidado a dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  y almacenado en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  cuando el cociente de aire-combustible del gas de escape que fluye es pobre y además se puede liberar un estado en el que el  $\text{NO}_x$  almacenado en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  puede ser liberado y reducido si se reduce el cociente aire-combustible del gas de escape que fluye (es decir, se enriquece el cociente estequiométrico aire-combustible) y se establece la presencia de un agente reductor.

55 De esta forma, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  es almacenado en frío incluso si el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no es activado, de manera que en esta configuración de la presente invención, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en el gas de escape es almacenado en frío en el absorbente de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no es activado cuando el cociente aire-combustible del gas de escape que afluye es pobre y, por ejemplo, cuando el combustible se somete a una combustión bajo un cociente de aire-combustible pobre. Es decir, en el motor interno tipo ignición por compresión como el que se ve en la figura 1, el cociente aire-combustible del gas de escape es pobre en el momento del funcionamiento normal. Adicionalmente, en esta configuración de la presente invención, si no se realiza un control para elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 tal como se explica más adelante (control del aumento de temperatura), el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no es activado. Por lo tanto, en el momento del funcionamiento normal, el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 almacena en frío el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en el gas de escape.

Sin embargo, si el funcionamiento en el que el cociente aire-combustible del gas de escape es pobre continúa llevándose a cabo en el estado en el que el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  no es activado, la capacidad de almacena-

## ES 2 290 763 T3

miento en frío (capacidad de almacenamiento de  $\text{NO}_2$ ) del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no es activado finalizará saturándose y por lo tanto se terminará con que el  $\text{NO}_2$  ya no será capaz de ser almacenado en frío por el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$ . Por lo tanto, en esta configuración de la presente invención, el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  se incrementa en temperatura para activarlo y realmacena la capacidad de almacenamiento en frío del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no es activado previamente a que la capacidad de almacenamiento en frío del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  se sature.

Es decir, en el método anterior, cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  no se activa, tal como se observa en la figura 2b, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en el gas de escape es almacenado en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$ . Posteriormente, si la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 aumenta en este estado, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  que se había almacenado en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  será liberado en la forma de monóxido de nitrógeno  $\text{NO}$  será oxidado a dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  por el catalizador 46 del metal precioso activado, y será almacenado en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$ . Por lo tanto, cuando se activa el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11, el dióxido de nitrógeno almacenado en frío  $\text{NO}_2$  se almacena en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en la forma de iones de ácido nítrico  $\text{NO}_3^-$ . Posteriormente, cuando el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_x$  almacenado en frío cuando no estaba activado de esta forma es almacenado en caliente en el absorbente de  $\text{NO}_x$  en la forma de iones de ácido nítrico  $\text{NO}_3^-$ , se recupera la capacidad de almacenamiento en frío del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no está activado, es decir se restablece.

Utilizando esta acción, en esta configuración de la presente invención, por ejemplo, cuando se tiene que almacenar el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  en frío en el absorbente 47 del  $\text{NO}_x$  en el estado no activado, mediante el aumento reiterado de la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 para activarlo y luego devolverlo al estado inactivo, es decir, elevando periódicamente la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 y activándolo, es posible restaurar y mantener la capacidad de almacenamiento en frío del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$ . Es decir, en este caso, al elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 para activarlo se forma un control para recuperar el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  (control restaurador del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ ). Observen que la temperatura específica TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 en este caso es, por ejemplo, de 100 a 150°C en el caso del almacenamiento en frío del dióxido de nitrógeno en el estado no activado y de 300 a 400°C en el caso de elevar la temperatura del catalizador para activarlo. Tal como se explica más adelante, el catalizador de almacenamiento 11 del  $\text{NO}_x$  es activado gradualmente a medida que esta temperatura sube y junto con ello el cociente del almacenamiento en caliente hasta que la acción de almacenamiento aumenta en su totalidad. Por lo tanto, en el caso anteriormente mencionado, al elevar la temperatura del catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  para activarlo y producir un almacenamiento en caliente del dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenado en frío, es preferible incrementar suficientemente la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 para activarlo. Para esto es preferible elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 para activarlo de manera que al menos por ejemplo el cociente del almacenamiento en caliente sea mayor o igual al cociente del almacenamiento en frío.

Sin embargo, tal como se ha explicado antes, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenado en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  cuando el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado puede ser finalmente almacenado en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en la forma de iones de ácido nítrico  $\text{NO}_3^-$  elevando la temperatura del catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  para activarlo. Posteriormente, tal como se ha explicado antes, el  $\text{NO}_x$  almacenado en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  es liberado y reducido haciendo que el cociente de aire-combustible del gas de escape fluya menos en el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 (es decir, enriqueciéndolo o el cociente estequiométrico de aire-combustible) y estableciendo la presencia de un agente reductor en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es activado.

Debido a lo mencionado, en esta configuración de la presente invención, cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  no es activado, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en el gas de escape es almacenado en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$ . Luego, después de ser utilizado durante un cierto periodo de tiempo, la temperatura del catalizador que almacena el  $\text{NO}_x$  11 se eleva para activarlo de manera que haga que el dióxido de nitrógeno almacenado en frío sea absorbido en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  antes de que se sature la capacidad de almacenamiento en frío del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$ . Seguidamente, se hace más pequeño el cociente aire-combustible del gas de escape que fluye y aparece un agente reductor en condiciones de liberar y reducir el dióxido de nitrógeno almacenado en caliente. Según este método, es posible purificar el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  en el gas de escape y suprimir la liberación de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  a la atmósfera.

Por otro lado, en el caso de trabajar realmente el método anterior, al elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 para activarlo, se produce a veces el fenómeno del dióxido de nitrógeno almacenado en frío que termina siendo liberado del absorbente 47 del  $\text{NO}_x$  de forma no intencionada (a continuación denominado el “fenómeno de afloración”). Además, este fenómeno de afloración se produce únicamente cuando la cantidad de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenada en frío cuando el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado, es grande. Observen que en este caso, el dióxido de nitrógeno almacenado en frío  $\text{NO}_2$  es liberado en forma de  $\text{NO}$  ó  $\text{NO}_2$  etc. ( $\text{NO}_x$ ).

La figura 3 es una visión de este fenómeno y muestra el cambio en la concentración de  $\text{NO}_x$  en el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  que fluye en el gas de escape en el caso de elevar la temperatura del catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$ . La abscisa muestra la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 mientras que la ordenada muestra la concentración de  $\text{NO}_x$  en el gas de escape que fluye hacia fuera del catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$ . En la figura, la línea sólida muestra el caso de una gran cantidad de dióxido de nitrógeno almacenada en frío cuando el catalizador

## ES 2 290 763 T3

que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado, mientras que la línea a trazos muestra el caso de una pequeña cantidad de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenada en frío cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no está activado. Adicionalmente, la concentración  $I_c$  de  $\text{NO}_x$  indica la concentración de  $\text{NO}_x$  en el gas de escape que fluye hacia el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11.

5

Tal como puede verse en la figura 3, cuando la cantidad de dióxido de nitrógeno almacenada en frío es grande, a veces la concentración de  $\text{NO}_x$  en el gas de escape que fluye hacia fuera desde el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  llega a ser mayor que la concentración de  $\text{NO}_x$  en el gas de escape que fluye durante el proceso del aumento de temperatura. Es decir, cuando la cantidad de dióxido de nitrógeno almacenado en frío es grande, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenado en frío es liberado en el proceso del aumento de temperatura.

10

Adicionalmente, este fenómeno de afloración se cree que ocurre desde que la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$  del absorbente de  $\text{NO}_x$  47 es mayor antes del aumento de temperatura, es decir, cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no está activado, que después del aumento en la temperatura, es decir, cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es activado. Lo que significa que la relación entre la cantidad  $Ab$  almacenable de  $\text{NO}_x$  (incluyendo la cantidad almacenable en frío (cantidad almacenable de  $\text{NO}_2$ ) del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no está activado) y la temperatura  $TC$  del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 antes y después de la activación del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 se cree que es la que se muestra en la figura 4. En la figura, la línea gruesa muestra la cantidad almacenable  $Ab$  de  $\text{NO}_x$ , mientras que la línea a trazos muestra la cantidad almacenable en caliente en esta. Es decir, la cantidad almacenable  $Ab$  de absorbente de  $\text{NO}_x$  47 va disminuyendo a medida que aumenta la temperatura  $TC$ , mientras que la cantidad almacenable en caliente va aumentando a medida que asciende la temperatura  $TC$ , llegando a un máximo en el momento de una cierta temperatura  $Ta$ , y luego baja a medida que aumenta la temperatura  $TC$ .

15

20

25

30

35

Adicionalmente, el cociente de la cantidad almacenable en caliente en la cantidad  $Ab$  almacenable de  $\text{NO}_x$  aumenta con un incremento en la temperatura  $TC$ . A la anterior temperatura  $Ta$  o más, la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$   $Ab$  y la cantidad almacenable en caliente pasan a ser sustancialmente iguales. Es decir, en el lado frío, se realiza principalmente el almacenamiento en frío. Cuando la temperatura  $TC$  aumenta y el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 se vuelve activo, el cociente del almacenamiento en caliente aumenta gradualmente. En el lado caliente, se realiza principalmente el almacenamiento en caliente. Es decir, en esta configuración de la presente invención, específicamente, se realiza un almacenamiento en frío incluso cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es activado. Por lo tanto, por ejemplo, la expresión de “almacenamiento en frío cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no está activado” o bien de “almacenamiento en caliente cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 está activado” pretende meramente simplificar la expresión y no pretende excluir el caso de almacenamiento en frío cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  está activado.

40

Ahora, tal como se puede ver en la figura 4, la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$  del absorbente de  $\text{NO}_x$  47 disminuye con un aumento de la temperatura  $TC$ . En dicho caso, por ejemplo, cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no está activado (es decir, antes del aumento de temperatura), si la cantidad de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenada en frío es mayor que la cantidad de  $\text{NO}_x$  almacenable a la temperatura posteriormente al aumento de temperatura, parte del dióxido de nitrógeno almacenado en frío ya no podrá ser almacenado y quedará almacenado. El fenómeno de afloración antes mencionado se cree que ocurre debido a esto.

45

A continuación, se explicará el método de supresión de la aparición del fenómeno de afloración anteriormente explicado y que usa el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 para purificar el  $\text{NO}_2$  en el gas de escape y suprimir la liberación de  $\text{NO}_2$  a la atmósfera.

50

La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra la rutina de control de un método capaz de ser llevado a cabo por la configuración mostrada en la figura 1. Esta rutina de control es ejecutada por ECU 30 interrumpiendo cada cierto tiempo el funcionamiento normal del motor. Tal como se ha comentado antes, en un motor de combustión interna tipo ignición por compresión como el que se muestra en la figura 1, el cociente aire-combustible del gas de escape es pobre en el momento del funcionamiento normal. Además, el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 está en un estado no activado. Por lo tanto, el absorbente de  $\text{NO}_x$  47 del catalizador que almacena 11  $\text{NO}_x$  almacena en frío el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en el gas de escape.

55

60

65

Cuando esta rutina de control que se muestra en la figura 5 se inicia, inicialmente en la etapa 101, la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$   $Qa$  se calcula justo en ese momento. La cantidad  $Qa$  se calcula en base a por ejemplo el tipo de catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 y la historia del estado de funcionamiento a partir de cuando finalizaron la liberación previa de  $\text{NO}_x$  y el control reductor (explicado a continuación). En este caso, por ejemplo, la velocidad del motor y la cantidad de inyección de combustible se utilizan como indicadores que expresan el estado de funcionamiento. La velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_2$  (cantidad de  $\text{NO}_2$  almacenada por unidad de tiempo) respecto al absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en cada estado de funcionamiento expresado por éstas se averigua por adelantado en experimentos etc. y se almacena como un mapa. El mapa se utiliza para encontrar la cantidad almacenada de  $\text{NO}_x$   $Qa$  en base a la historia del estado de funcionamiento. Observar que si al considerar el efecto de la temperatura  $TC$  del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 a la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_2$ , es posible hallar la cantidad  $Qa$  almacenada de  $\text{NO}_2$  con mayor precisión.

## ES 2 290 763 T3

5 Cuando la cantidad almacenada de  $\text{NO}_x$   $Q_a$  se averigua en la etapa 101, la rutina avanza hasta la etapa 103. En la etapa 103, se estima la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$   $Q_b$  del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  cuando la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es la temperatura predeterminada. Aquí, esta temperatura Td es una temperatura predeterminada ya que la temperatura para realizar la liberación y el control de reducción que posteriormente se explicará y que es mayor o igual a la temperatura donde el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  al menos empieza a ser activado (temperatura de activación). Es más preferible que la temperatura Td la temperatura a la cual la reducción y liberación del  $\text{NO}_x$  pasan a ser activos al máximo.

10 La cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$   $Q_b$  se estima, por ejemplo, que se basa en el tipo de catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  y la temperatura Td. Es decir, por ejemplo, la relación entre la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 y la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$   $Q_b$  se ha averiguado por adelantado en los experimentos y guardado en un mapa. Este mapa se utiliza para averiguar la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$   $Q_b$  correspondiente a la temperatura anterior Td.

15 Cuando se considera que la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$   $Q_b$  en la etapa 103, en la siguiente etapa 105, la cantidad  $Q_x$  se calcula en base a la cantidad  $Q_b$  almacenable de  $\text{NO}_x$ . Esta cantidad  $Q_x$ , reconocida judicialmente se utiliza en la siguiente etapa 107 y por ejemplo se averigua mediante la ecuación  $Q_x = Q_b - \alpha$  (donde  $\alpha \geq 0$ ). Aquí la constante  $\alpha$  es un margen de seguridad para suprimir la aparición del anterior fenómeno de afloración y se puede fijar de forma apropiada.

20 Cuando la cantidad  $Q_x$  se calcula en la etapa 105, en la siguiente etapa 107, se juzga si la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$   $Q_a$  es la cantidad  $Q_x$  o más. Cuando se considera aquí que la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$   $Q_a$  es inferior que la cantidad  $Q_x$ , esta rutina de control finaliza y continúa el funcionamiento normal del motor. Por otro lado, cuando se considera que la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$   $Q_a$  equivale a  $Q_x$  o es superior, la rutina avanza hasta la etapa 109 donde se realiza un control de incremento de temperatura.

25 El control de incremento de temperatura realizado en la etapa 109 es un control para elevar la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 a la temperatura Td anteriormente mencionada. En la actual configuración, este control de elevación de la temperatura se realiza controlado el modelo de inyección de combustible tal como se explica seguidamente. Es decir, la Fig. 6 es una visión esquemática que muestra cuatro ejemplos de modelos de inyección de combustible capaces de ser utilizados en el motor de combustión interna que se muestra en la figura 1. Generalmente, se inyecta la cantidad principal de combustible cerca del punto muerto superior de compresión tal como se muestra en (I) en la figura 6. En oposición a esto, si el control de elevación de la temperatura se inicia en la etapa 109, por ejemplo, se utiliza el modelo de inyección de combustible que se muestra en (II) de la figura 6. Es decir, la regulación de la inyección de la cantidad principal de combustible se retrasa hasta después del punto muerto superior de compresión. Si la regulación de la inyección de la cantidad principal de combustible se retrasa hasta después el punto muerto superior de la compresión de este modo, el periodo después de la combustión pasa a ser mayor y por lo tanto aumenta la temperatura del gas de escape. Si la temperatura del gas de escape aumenta, la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 aumenta.

40 Adicionalmente, para elevar la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 también es posible inyectar una cantidad  $q_v$  auxiliar de combustible cerca del punto muerto superior de succión además de la cantidad principal  $q_m$  de combustible tal como se observa en (III) de la figura 6. Si adicionalmente se inyecta combustible auxiliar  $q_v$  de esta forma, el combustible que se va a quemar aumenta exactamente la cantidad auxiliar de combustible  $q_v$ , de manera que la temperatura del gas de escape sube y por lo tanto la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 aumenta.

50 Por otro lado, si se inyecta combustible auxiliar  $q_v$  cerca del punto muerto superior de succión de este modo, debido al calor de la compresión durante la carrera de compresión, se producen aldehídos, cetonas, peróxidos, monóxido de carbono y otros productos intermedios a partir del combustible auxiliar  $q_v$ . Estos productos intermedios aceleran la reacción del combustible principal  $q_m$ . Por lo tanto, en este caso, tal como se muestra en (III) de la figura 6, incluso si la regulación de la inyección del combustible principal  $q_m$  se retrasa enormemente, se puede obtener una buena combustión sin causar fallos de encendido. Es decir, es posible retrasar enormemente la regulación de la inyección del combustible principal  $q_m$ , de manera que la temperatura del gas de escape pase a ser considerablemente elevada y de acuerdo con ello la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 pueda ser rápidamente elevada.

60 Además, para elevar la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11, es posible inyectar combustible auxiliar  $q_v$  durante la carrera de compresión o bien la carrera de escape adicionalmente al combustible principal  $q_m$  tal como se muestra en (IV) en la figura 6. Es decir, en este caso, la mayor parte del combustible auxiliar  $q_v$  se escapa hacia el interior del conducto de escape en forma de HC incombusto sin haber sido quemado. Este HC incombusto es oxidado por el oxígeno sobrante en el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11. El calor de la reacción de oxidación producido en este momento hace que la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  aumente.

65 Observen que en esta configuración de la presente invención, el modelo de inyección de combustible es controlado en el control de aumento de la temperatura de manera que se mantiene el cociente aire-combustible del gas de escape en el estado pobre. Esto es debido a que si el cociente aire-combustible del gas de escape se enriquece o bien pasa a ser el cociente estequiométrico aire-combustible en el proceso de elevación de la temperatura, el  $\text{NO}_x$  almacenado en frío termina siendo liberado. En el proceso de elevación de la temperatura, la temperatura TC del catalizador que

## ES 2 290 763 T3

almacena  $\text{NO}_x$  11 no aumenta suficientemente, de manera que la reducción y purificación no son posibles cuando el  $\text{NO}_x$  almacenado en frío es liberado.

5 Tal como se ha explicado antes, cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 se eleva en temperatura y es activado por el control de aumento de la temperatura, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenado en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  antes de que se eleve la temperatura en el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11, es decir, cuando todavía no se ha activado, es finalmente almacenado en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en forma de iones de ácido nítrico  $\text{NO}_3^-$ .

10 En esta configuración, debido al criterio a seguir en la etapa 107, se considera que la cantidad ( $Q_a$ ) de  $\text{NO}_2$  almacenado en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  cuando se ejecuta el control de elevación de la temperatura no es superior que la cantidad ( $Q_b$ ) del  $\text{NO}_x$  almacenable en el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  elevándose la temperatura  $T_d$  para su activación. Por lo tanto, de acuerdo con esta configuración, es posible suprimir la liberación de  $\text{NO}_2$  almacenado en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado y elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  para activarlo. Es decir, es posible eliminar la aparición del fenómeno de afloración. Observen que teóricamente haciendo esto se evita la liberación del  $\text{NO}_2$  que había sido almacenado en frío en el momento de elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 para activarlo, pero de hecho es difícil impedir por completo la liberación del  $\text{NO}_2$  como  $\text{NO}_x$ . Por lo tanto, en la actualidad, aplicando este criterio en la etapa 107, la cantidad de  $\text{NO}_2$  liberado cuando se libera como  $\text{NO}_x$  o la cantidad de liberación por unidad de tiempo se impide que sea superior a una cantidad predeterminada.

20 Cuando se inicia el control de elevación de la temperatura en la etapa 109, la rutina avanza hasta la etapa 111, donde se juzga si el aumento de la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 ha terminado. Es decir, por ejemplo, cuando la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 pasa a ser la temperatura  $T_d$  o superior, se considera que el aumento de temperatura ha terminado. En esta configuración, la temperatura detectada por el sensor de temperatura 20 se utiliza para este juicio. Cuando se juzga en la etapa 111 que el aumento de temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no ha terminado, la rutina vuelve a la etapa 109 donde continúa el control de elevación de la temperatura. Por otro lado, cuando se considera que el aumento de temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  ha terminado, la rutina avanza hasta la etapa 113, donde el control de aumento de la temperatura termina y la rutina avanza hasta la etapa 115.

30 En la etapa 115 se lleva a cabo un control de la reducción y liberación del  $\text{NO}_x$  para provocar la liberación del  $\text{NO}_x$  procedente del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  y reducirlo. Es decir, mientras se mantiene el estado en el que se activa el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$ , es decir, mientras se mantiene el estado en el que se activa el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11, es decir, mientras se mantiene la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 a la temperatura  $T_d$  o superior, el cociente aire-combustible del gas de escape que fluye en el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 se hace más pequeño y se establece la presencia de un agente reductor. Más específicamente, en esta configuración, se enriquece el cociente aire-combustible en la cámara de combustión 2 o bien el cociente estequiométrico aire-combustible o el agente reductor es alimentado desde la válvula de suministro 13 de agente reductor para mantener la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 a la temperatura  $T_d$  o superior y de forma intermitente o continuada enriquecer el cociente aire-combustible del gas de escape o el cociente aire-combustible estequiométrico. Haciendo esto, el  $\text{NO}_x$  es liberado del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  y el  $\text{NO}_x$  liberado es reducido y purificado por el agente reductor (HC incombusto, CO, etc.) presente en el gas de escape.

45 Cuando la liberación de  $\text{NO}_x$  anteriormente mencionada y el control de reducción se inician en la etapa 115, la rutina avanza hasta la etapa 117, donde se juzga si la liberación del  $\text{NO}_x$  del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  se ha completado. Este juicio se realiza hallando por adelantado la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  (cantidad de liberación del  $\text{NO}_x$  por unidad de tiempo) a partir del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  cuando la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es la temperatura  $T_d$  según los experimentos y juzgando si la cantidad de  $\text{NO}_x$  liberada en la liberación frecuente de  $\text{NO}_x$  y el control de reducción estimado a partir de la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  y la duración de la liberación de  $\text{NO}_x$  y el control de reducción ha resultado ser mayor que la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$  estimada en la etapa 101. Es decir, se juzga que la liberación del  $\text{NO}_x$  se haya completado cuando se considera que la cantidad de  $\text{NO}_x$  liberada calculada previamente ha pasado a ser mayor que la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$  en la etapa 101.

55 En la etapa 117, cuando se considera que la liberación del  $\text{NO}_x$  del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  todavía no se ha completado, la rutina vuelve a la etapa 115 donde continúa el control de liberación y reducción del  $\text{NO}_x$ . Por otro lado, cuando se juzga que se ha completado la liberación del  $\text{NO}_x$  procedente del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$ , la rutina avanza hasta la etapa 119 donde finaliza el control de liberación y reducción de  $\text{NO}_x$  y termina la rutina de control.

60 Tal como se ha explicado antes, mediante este método se inicia el control de aumento de la temperatura cuando la cantidad  $Q_a$  almacenada de  $\text{NO}_2$  estimada ha llegado a ser mayor o igual a la cantidad  $Q_x$  fijada en no más de la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$   $Q_b$ , en base a la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$   $Q_b$  del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en el momento en que la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es la temperatura  $T_d$ . Por lo tanto, es posible reducir la liberación del  $\text{NO}_x$  que aparece cuando el  $\text{NO}_2$  almacenado en frío no puede ser almacenado por completo cuando la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 se eleva a la temperatura  $T_d$  y se activa el catalizador. Es decir, de acuerdo con este método, es posible suprimir la liberación del  $\text{NO}_2$  almacenado en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador de  $\text{NO}_x$  11 no está activado y elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  para la activación. Es decir, es posible suprimir la aparición del anterior fenómeno de afloración.

## ES 2 290 763 T3

Adicionalmente, con este método, se lleva a cabo un control de la liberación y reducción, de manera que es posible obtener  $\text{NO}_x$  liberado del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  y reducir y purificarlo.

De esta forma, según este método, es posible suprimir la aparición del fenómeno de afloración o fuga y el uso del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 para purificar el  $\text{NO}_2$  en el gas de escape y eliminar la liberación del  $\text{NO}_x$  a la atmósfera.

A continuación, otro método que funciona según la configuración que se muestra en la figura 1, es decir, otro método de eliminación de la aparición del fenómeno de fuga explicado a continuación y que utiliza el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 para purificar el  $\text{NO}_2$  en el gas de escape y suprimir la liberación de  $\text{NO}_x$  a la atmósfera se explicará haciendo referencia a la figura 7. Observen que este método incluye partes comunes al método explicado con referencia a la figura 5. En principio se omitirán las explicaciones de estas partes.

Si la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  (cantidad de  $\text{NO}_x$  liberado por unidad de tiempo) cuando el  $\text{NO}_2$  almacenado en frío es liberado del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  al hacer que la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 sea la temperatura Td para el control de liberación y reducción del  $\text{NO}_x$  es inferior o igual a la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  (cantidad de  $\text{NO}_x$  almacenado por unidad de tiempo) respecto al absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  al hacer que la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 sea la temperatura Td, la liberación del  $\text{NO}_2$  almacenado en frío no se producirá sustancialmente al elevar la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  a la temperatura Td para activar el catalizador. El método explicado a continuación se basa en este criterio.

Observen que en el estado en el que la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 llega a ser la temperatura Td y el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 se activa, el  $\text{NO}_x$  del gas de escape se almacena principalmente en caliente en el absorbente 47, pero en este caso tampoco se puede decir que no existe almacenamiento en frío. Es decir, en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 se activa, el  $\text{NO}_x$  del gas de escape se almacena en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  (que incluye los significados de almacenamiento en frío y almacenamiento en caliente).

La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra la rutina de control de este método. Esta rutina de control es interrumpida cada cierto tiempo por el ECU 30 en el momento del funcionamiento normal del motor. Cuando esta rutina de control se pone en marcha, en la etapa 201, se calcula la cantidad almacenada Qa de  $\text{NO}_2$  en ese momento. El control en la etapa 201 es similar al control en la etapa 101 de la figura 5.

Cuando se calcula la cantidad almacenada Qa de  $\text{NO}_2$  en la etapa 201, la rutina avanza hasta la etapa 203. En la etapa 203, se calcula la velocidad de liberación Va del  $\text{NO}_x$  del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en el caso en el que la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es la temperatura predeterminada Td. Aquí, la temperatura Td es la temperatura predeterminada ya que la temperatura para realizar el control de reducción y la liberación de  $\text{NO}_x$  llevado a cabo más tarde es mayor o igual a la temperatura a la que la activación del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 ya se ha iniciado (temperatura de activación), del mismo modo que el caso explicado con respecto a la figura 5.

La velocidad de liberación Va del  $\text{NO}_x$  se calcula en base a, por ejemplo, la temperatura Td y la cantidad Qa almacenada de  $\text{NO}_2$ . Es decir, la relación entre la cantidad de  $\text{NO}_x$  que incluye el  $\text{NO}_2$  almacenado en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  (cantidad almacenada de  $\text{NO}_x$ ) y la cantidad de  $\text{NO}_x$  liberada del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  por unidad de tiempo (velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$ ) pasa a ser una relación donde la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  aumenta cuanto mayor es la cantidad de  $\text{NO}_x$  almacenada tal como se muestra en la figura 8a cuando la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es constante. Por lo tanto, si se averigua por adelantado la relación tal como se muestra en la figura 8a para la cual cuando la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es la anterior temperatura Td, utilizando la cantidad almacenada de  $\text{NO}_x$  Qa estimada en la etapa 201 como la cantidad almacenada de  $\text{NO}_x$ , es posible hallar la velocidad de liberación de  $\text{NO}_x$  correspondiente, es decir, la velocidad de liberación Va que se busca.

Cuando la velocidad de liberación Va del  $\text{NO}_x$  se calcula en la etapa 203, la rutina avanza hasta la etapa 205. En la etapa 205, se calcula la velocidad de almacenamiento Vb del  $\text{NO}_x$  respecto al absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  cuando la temperatura TC del catalizador que almacena 11 es la temperatura Td. La velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  Vb se averigua, por ejemplo, en base a la temperatura Td y a la cantidad Qa almacenada del mismo modo que el caso de estimación de la velocidad de liberación Va del  $\text{NO}_x$ . Es decir, la relación entre la cantidad de  $\text{NO}_x$  que incluye el  $\text{NO}_2$  almacenado en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  (cantidad almacenada de  $\text{NO}_x$ ) y la cantidad de  $\text{NO}_x$  que incluye el  $\text{NO}_2$  almacenado en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  por unidad de tiempo (velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$ ) llega a ser la relación donde la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  disminuye cuanto mayor es la cantidad de  $\text{NO}_x$  almacenada tal como se muestra en la figura 8b cuando la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es constante. Por lo tanto, si se averigua por adelantado la relación tal como se muestra en la figura 8b para la cual cuando la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es la anterior temperatura Td, utilizando la cantidad almacenada de  $\text{NO}_x$  Qa estimada en la etapa 201 como la cantidad almacenada de  $\text{NO}_x$ , es posible hallar la velocidad de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  correspondiente, es decir, la velocidad de almacenamiento Vb que se busca.

Cuando la velocidad de almacenamiento Vb del  $\text{NO}_x$  se calcula en la etapa 205, en la etapa siguiente 207, la velocidad Vx reconocida judicialmente se calcula en base a la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  Vb. Esta velocidad reconocida judicialmente Vx se utiliza en la etapa posterior 209 y se averigua en la ecuación  $V_x = V_b - \beta$  (donde  $\beta \geq 0$ ).

## ES 2 290 763 T3

Aquí, la constante  $\beta$  es un margen de seguridad para suprimir la aparición del fenómeno de afloración anteriormente mencionado y se puede ajustar de forma apropiada.

5 Cuando la velocidad  $V_x$  se calcula en la etapa 207, la rutina avanza hasta la etapa 209. En la etapa 209, se considera que la velocidad de liberación  $V_a$  del  $\text{NO}_x$  es la velocidad  $V_x$  o superior. Cuando aquí se considera que la velocidad de liberación  $V_a$  del  $\text{NO}_x$  es inferior a la velocidad  $V_x$  reconocida judicialmente, la rutina de control finaliza y el motor continúa su funcionamiento normal. Por otro lado, cuando se considera que la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$   $V_a$  es la velocidad reconocida oficialmente  $V_x$  o superior, la rutina avanza hasta la etapa 211, donde se lleva a cabo el control que eleva la temperatura y el control de liberación y reducción del  $\text{NO}_x$ . Observen que el control en la etapa 211 es similar a los controles desde la etapa 109 hasta la etapa 109 de la figura 5, por lo que se omite una explicación.

15 Tal como se ha explicado antes, mediante este método, el control de elevación de la temperatura (y el control de reducción y liberación del  $\text{NO}_x$  posterior) se lleva a cabo cuando la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$   $V_a$  cuando la temperatura TC del catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  es la temperatura  $T_d$  pasa a ser mayor o igual a la velocidad  $V_x$  reconocida judicialmente que se ajusta en un valor no superior a la velocidad  $V_b$  de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  en base a la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$   $V_b$  cuando la temperatura TC del catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  es la temperatura  $T_d$ . Por lo tanto, es posible suprimir la liberación del  $\text{NO}_x$  a la atmósfera - lo que se cree que ocurre como resultado del aumento de la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  por encima de la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  cuando la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 se eleva a la temperatura  $T_d$  y se activa el catalizador. 20 Es decir, de acuerdo con este método, es posible eliminar sustancialmente la liberación del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  del  $\text{NO}_2$  almacenado en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado y elevar la temperatura del catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  para activarlo. Es decir, es posible reducir la aparición del anterior fenómeno de afloración. Adicionalmente, es este método también, se lleva a cabo el control de reducción y liberación del  $\text{NO}_x$ , por lo que es posible obtener el  $\text{NO}_x$  liberado del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  y reducir y 25 purificarlo.

Tal como se ha explicado antes, asimismo mediante este método, del mismo modo al método explicado con referencia a la figura 5, es posible reducir la aparición del fenómeno de afloración anteriormente explicado y utilizar el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 para purificar el  $\text{NO}_2$  en el gas de escape eliminando con ello la emisión de  $\text{NO}_x$  a la atmósfera.

30 Seguidamente, todavía otro método capaz de ser manejado por la configuración que se muestra en la figura 1, es decir, otro método capaz de eliminar o reducir la aparición del fenómeno de afloración anteriormente explicado, y de utilizar el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  para purificar el  $\text{NO}_2$  del gas de escape con el fin de reducir la emisión del  $\text{NO}_x$  a la atmósfera, se explicará haciendo referencia a la figura 9. Observen que este método incluye partes comunes a los métodos explicados anteriormente con referencia a la figura 5 y a la figura 7. Las explicaciones de estas partes en principio se omitirán.

40 Tal como se ha explicado antes, si la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  (cantidad de  $\text{NO}_x$  liberado por unidad de tiempo) cuando el  $\text{NO}_2$  almacenado en frío es liberado del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  al hacer que la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 sea la temperatura  $T_d$  para la liberación de  $\text{NO}_x$  y el control de reducción sea inferior o igual a la velocidad de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  (cantidad de  $\text{NO}_x$  almacenado por unidad de tiempo) respecto al absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  haciendo que la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 sea la temperatura  $T_d$ , se piensa que no se produce básicamente ninguna liberación de  $\text{NO}_2$  almacenado en frío al elevar la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 a la temperatura  $T_d$  para activar el catalizador. Sin embargo, incluso en este caso, el  $\text{NO}_x$  agotado del motor de combustión interna puede terminar siendo liberado a la atmósfera. El método que se explica a continuación intenta suprimir además la liberación de  $\text{NO}_x$  a la atmósfera considerando también el  $\text{NO}_x$  agotado del motor de combustión interna durante dicho control de elevación de la temperatura, etc.

50 La figura 9 es un diagrama de flujo que muestra la rutina de control de este método. Esta rutina de control es llevada a cabo interrumpiendo cada cierto tiempo mediante el ECU 30 en el momento del funcionamiento normal del motor. Cuando esta rutina de control se inicia, al principio en la etapa 301, se calcula la cantidad  $Q_a$  almacenada de  $\text{NO}_2$  en ese momento. El control en la etapa 301 es similar al control en la etapa 101 de la figura 5 y de la etapa 201 de la figura 7.

55 Cuando se calcula la cantidad almacenada  $Q_a$  de  $\text{NO}_2$  en la etapa 301, la rutina avanza hasta la etapa 303. En la etapa 303, se calcula la velocidad de liberación  $V_a$  del  $\text{NO}_x$  procedente del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  cuando la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  es la temperatura predeterminada  $T_d$ . El control en la etapa 303 es similar al control en la etapa 203 de la figura 7.

60 A continuación, en la etapa 305, se calcula la velocidad de producción del  $\text{NO}_x$  por combustión en el motor de combustión interna, es decir, la velocidad de escape del  $\text{NO}_x$  (cantidad de escape de  $\text{NO}_x$  por unidad de tiempo)  $V_e$  procedente del motor de combustión interna. La velocidad de escape del  $\text{NO}_x$  del motor de combustión interna se estima en base a, por ejemplo, el estado de funcionamiento del motor de combustión interna. Por ejemplo, en este caso, la velocidad del motor y la cantidad inyectada de combustible se utilizan como indicadores que expresan el estado de funcionamiento. La velocidad de escape del  $\text{NO}_x$   $V_e$  en cada estado de funcionamiento expresada por estos se halla por adelantado mediante experimentos etc. y se almacena como un mapa. El mapa se utiliza para hallar la velocidad de escape  $\text{NO}_x$   $V_e$  basada en el estado de funcionamiento en cualquier momento en particular.

## ES 2 290 763 T3

5 Cuando se calcula la velocidad de escape  $V_e$  en la etapa 305, la rutina avanza hasta la etapa 307. En la etapa 307, se calcula la velocidad de almacenamiento de  $\text{NO}_x$   $V_b$  respecto al absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  cuando la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es la temperatura  $T_d$ . Además, cuando la velocidad de almacenamiento  $V_b$  se calcula en la etapa 307, en la etapa siguiente 309, la velocidad  $V_x$  empleada en la etapa 311 se calcula en base a la velocidad de almacenamiento de  $\text{NO}_x$   $V_b$  (por ejemplo,  $V_x = V_b - \beta$  (donde  $\beta \geq 0$ ). Los controles en estas etapas 307 y 309 son similares a los controles en las etapas 205 y 207 de la figura 7, respectivamente.

10 Cuando la velocidad  $V_x$  reconocida judicialmente se calcula en la etapa 309, la rutina avanza hasta la etapa 311. En la etapa 311, se tiene en cuenta si la suma ( $V_a + V_e$ ) de la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$   $V_a$  y la velocidad de escape del  $\text{NO}_x$   $V_e$  es la velocidad  $V_x$  reconocida judicialmente o superior. Cuando aquí se considera que la suma de la velocidad de liberación  $V_a$  del  $\text{NO}_x$  y la velocidad de escape del  $\text{NO}_x$   $V_e$  es inferior a la velocidad  $V_x$  reconocida judicialmente, esta rutina de control finaliza y el motor continúa su funcionamiento normal. Por otro lado, cuando se considera que la suma de la velocidad de liberación  $V_a$  y la velocidad de escape del  $\text{NO}_x$   $V_e$  es la velocidad  $V_x$  reconocida judicialmente o más, la rutina avanza hasta la etapa 313, donde se llevan a cabo el control de elevación de la temperatura y el control de liberación y reducción del  $\text{NO}_x$ . Observen que el control en la etapa 313 es similar al control en la etapa 211 de la figura 7, es decir, similar a los controles desde la etapa 109 hasta la etapa 119 de la figura 5, por lo que se omite aquí una explicación.

20 Tal como se ha explicado antes mediante este método el control de elevación de la temperatura (y el posterior control de liberación y reducción del  $\text{NO}_x$ ) se lleva a cabo cuando la suma de la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$   $V_a$  cuando la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 es la temperatura  $T_d$  y la velocidad de escape del  $\text{NO}_x$   $V_e$  del motor de combustión interna pasa a ser mayor o igual a la velocidad  $V_x$  reconocida judicialmente fijada en un valor no superior a  $V_b$  velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  en base a la velocidad de almacenamiento de  $\text{NO}_x$   $V_b$  cuando la temperatura TC del catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  es la temperatura  $T_d$ . Por lo tanto, es posible reducir la liberación del  $\text{NO}_x$  a la atmósfera - que se cree que ocurre como resultado de que la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  llega a ser mayor que la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  cuando la temperatura TC del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 se incrementa hasta la temperatura  $T_d$  y se activa el catalizador, y también es posible reducir la liberación a la atmósfera del  $\text{NO}_x$  procedente del motor de combustión interna. Es decir, según este método, es posible disminuir sustancialmente la liberación del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  del  $\text{NO}_2$  almacenado en frío en el absorbente 47 en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 no está activado, reducir la liberación del  $\text{NO}_x$  que se escapa del motor de combustión interna a la atmósfera, y elevar la temperatura del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 para activarlo. Es decir, es posible reducir la aparición del fenómeno de afloración mencionado y es posible reducir la liberación del  $\text{NO}_x$  procedente del motor de combustión interna a la atmósfera durante el control de elevación de la temperatura etc. Adicionalmente, en este método también, se lleva a cabo el control de reducción y liberación del  $\text{NO}_x$ , por lo que es posible obtener  $\text{NO}_x$  liberado del absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  y reducir y purificarlo.

40 Tal como se ha comentado antes, también mediante este método, del mismo modo a como se ha explicado con referencia a las figuras 5 y 9, es posible reducir la aparición del fenómeno de afloración que ya se ha explicado antes y usar el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 para purificar el  $\text{NO}_2$  en el gas de escape para conseguir anular la emisión del  $\text{NO}_x$  a la atmósfera.

45 La figura 10 es una visión detallada que muestra la relación entre la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$   $V_a$ , la velocidad de escape  $V_e$ , la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$   $V_b$ , la velocidad  $V_x$  reconocida judicialmente, etc. indicando la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$   $Q_a$  en la abscisa. Cuando se basa en la figura 10, en el método explicado con referencia a la figura 7, se lleva a cabo el control de elevación de la temperatura (y seguidamente el control de liberación y reducción de  $\text{NO}_x$ ) cuando la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$   $Q_a$  pasa a ser  $Q_{a1}$  o más, mientras que en el método explicado con referencia a la figura 9, el control de elevación de la temperatura (y posterior control de liberación y reducción del  $\text{NO}_x$ ) se lleva a cabo cuando la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$   $Q_a$  pasa a ser  $Q_{a2}$  o superior.

50 Sin embargo, tal como se ha explicado, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en el gas de escape se almacena en frío en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  incluso cuando el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado, pero el monóxido de nitrógeno  $\text{NO}$  contenido en el gas de escape no es almacenado en caliente en el absorbente 47 de  $\text{NO}_x$  a menos que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  11 se active y se oxide a dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$ . Por lo tanto, cuando el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado, es preferible reducir la cantidad de monóxido de nitrógeno  $\text{NO}$  en el gas de escape y aumentar la cantidad de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  en el gas de escape. Por lo tanto, en una configuración de la presente invención, el cociente del dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  frente al monóxido de nitrógeno  $\text{NO}$  producido en el momento de la combustión bajo un cociente pobre de aire-combustible cuando el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado se puede incrementar si se compara a lo que ocurre cuando el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  está activado en el mismo estado de funcionamiento del motor, es decir, la misma velocidad y torsión.

60 Resulta evidente que el cociente de  $\text{NO}_2$  (cantidad de  $\text{NO}_2$ /cantidad de  $\text{NO}$ ) aumenta al quemar el combustible lentamente. Si por ejemplo se emplea al menos un periodo dilatorio de la inyección de combustible, el aumento de la cantidad de gas EGR, de la inyección preliminar o combustión premezclada, la combustión resulta ser más suave. Por lo tanto, al aumentar la cantidad de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  en el gas de escape tal como se ha explicado antes en las configuraciones de la presente invención, se adopta al menos una de las técnicas anteriores para lograr una combustión más suave cuando el catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado con el fin de conseguir una combustión más suave en comparación con lo que ocurre cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  está activado en el mismo estado de funcionamiento que el motor.

## ES 2 290 763 T3

Observen que en la explicación anterior, el control de aumento de la temperatura se realizaba controlando los modelos de inyección de combustible, pero la invención no se limita a esto. Por ejemplo, también es posible utilizar un calentador eléctrico o usar otro medio para elevar la temperatura del catalizador 11 que almacena  $\text{NO}_x$ .

5 Mientras se ha descrito la invención con referencia a las configuraciones específicas elegidas para fines de ilustración, debería ser evidente que numerosas modificaciones se podrían realizar por los expertos en el tema partiendo del concepto básico y del objetivo de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

5 1. Un dispositivo de purificación de gases de escape para un motor de combustión interna (1) que tiene un catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  dispuesto en un tubo de escape del motor, de manera que el catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  consta de un catalizador de metal precioso y de un absorbente (47) de  $\text{NO}_x$  y, cuando el cociente de aire-combustible del gas de escape circulante es pobre, el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  que se almacena en frío contenido en el gas de escape en el absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando no está activado y el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenado en frío que se almacena en caliente en el absorbente (47) de  $\text{NO}_x$  cuando el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  está activado,

10 dicho dispositivo de purificación (47) del gas de escape haciendo que el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en el gas de escape se almacene en frío en el absorbente (47) de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado, se **caracteriza** porque al realizar un control que restablece el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  que incluye al menos la elevación de la temperatura de dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  a una temperatura predeterminada para activarlo cuando se cumplen unas condiciones que restablecen el catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  predeterminadas con el fin de restaurar la capacidad de almacenamiento en frío de dicho absorbente (47) de  $\text{NO}_x$  para almacenar el  $\text{NO}_x$  cuando el catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$ , no ha alcanzado su temperatura de activación en el estado en el que dicho catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado.

20 2. Un dispositivo de purificación de gases de escape tal como se ha definido en la reivindicación 1, en el que se cumplen dichas condiciones para restaurar el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  antes de que la capacidad de almacenamiento en frío de dicho absorbente de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que el catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  (11) no está activado se sature.

25 3. Un dispositivo de purificación de gases de escape tal como se ha definido en la reivindicación 1, en el que se establecen dichas condiciones de restauración del catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  de forma que el dióxido de nitrógeno almacenado en frío no es liberado del absorbente de  $\text{NO}_x$  en más de una cantidad predeterminada al elevar la temperatura de y activar dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  en dicho control restaurador del catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$ .

30 4. Un dispositivo de purificación de gases de escape tal como se ha definido en la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo tiene un medio que calcula la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$  para estimar una cantidad de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenado en frío en dicho absorbente de  $\text{NO}_x$  y un medio que calcula la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$  para estimar una cantidad de óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  capaz de ser almacenada en dicho absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando dicho catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  (11) se encuentra a dicha temperatura predeterminada y se considera que se cumple la condición que restablece el catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  cuando la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$  estimada por dicho medio de cálculo de la cantidad almacenada de  $\text{NO}_2$  pasa a ser mayor o igual a una cantidad predeterminada fijada en no superior a dicha cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$  en base a la cantidad almacenable de  $\text{NO}_x$  estimada por dicho medio de cálculo de la cantidad estimable de  $\text{NO}_x$ .

40 5. Un dispositivo de purificación de gases de escape tal como se ha definido en la reivindicación 1, en el que dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  es un catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  que tiene la función de almacenar en caliente los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  contenidos en el gas de escape en el absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  está activado y el cociente aire-combustible del gas de escape que fluye hacia el catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  es pobre,

45 dicho dispositivo tiene un medio que calcula la velocidad de liberación de  $\text{NO}_x$  para estimar una velocidad de liberación de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  procedentes de dicho absorbente de  $\text{NO}_x$  al hacer que dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  alcance la temperatura predeterminada y un medio que calcula la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  para estimar una velocidad de almacenamiento de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  respecto a dicho absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  se encuentra a dicha temperatura predeterminada, y

50 se considera que se cumplen dichas condiciones de restauración del catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  cuando la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  estimada por dicho medio de cálculo de la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  pasa a ser mayor o igual a una velocidad predeterminada establecida en un valor no superior a dicha velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  en base a la velocidad de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  calculada por dicho medio de cálculo de la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$ .

60 6. Un dispositivo de purificación de gases de escape tal como se ha definido en la reivindicación 1, en el que dicho catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  es un catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  que tiene la función de almacenar en caliente los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  contenidos en el gas de escape en el absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  está activado y el cociente aire-combustible del gas de escape que fluye hacia el catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  es pobre,

65 dicho dispositivo tiene un medio que calcula la velocidad de liberación de  $\text{NO}_x$  para estimar una velocidad de liberación de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  procedentes de dicho absorbente de  $\text{NO}_x$  al hacer que dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  alcance la temperatura predeterminada y un medio que calcula la velocidad de escape del  $\text{NO}_x$  para estimar una velocidad de escape de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  del motor de combustión interna (1), y un medio

## ES 2 290 763 T3

que calcula la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  para estimar una velocidad de almacenamiento de los óxidos de nitrógeno respecto a dicho absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  se encuentra a dicha temperatura predeterminada, y se considera que se cumplen dichas condiciones de restauración del catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  cuando una suma de la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  estimada por dicho medio de cálculo de la velocidad de liberación del  $\text{NO}_x$  y la velocidad de escape del  $\text{NO}_x$  calculada por un medio que estima la velocidad de escape del  $\text{NO}_x$  pasa a ser mayor o igual a una velocidad predeterminada establecida en un valor no superior a dicha velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$  en base a la velocidad de almacenamiento de  $\text{NO}_x$  calculada por dicho medio de cálculo de la velocidad de almacenamiento del  $\text{NO}_x$ .

7. Un dispositivo de purificación de gases de escape tal como se ha definido en la reivindicación 1, en el que dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  tiene la función de liberar, reducir y purificar los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  que habían sido almacenados en caliente en el absorbente de  $\text{NO}_x$  cuando dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  está activado y cuando se hace que el cociente de aire-combustible del gas de escape que fluye dentro del catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  sea inferior y se establece la presencia de un agente reductor y

dicho control de restauración del catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  incluye el hacer que el cociente de aire combustible del gas de escape que fluye dentro del catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  sea menor y se establezca claramente la presencia de un agente reductor.

8. Un dispositivo de purificación de gases de escape tal como se ha definido en la reivindicación 1, que tiene además un medio que aumenta el cociente de  $\text{NO}_2$  para incrementar un cociente de dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  con respecto al monóxido de nitrógeno  $\text{NO}$  producido en el momento de la combustión bajo un cociente pobre de aire-combustible cuando dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  está activado en el mismo estado de funcionamiento del motor.

9. Un método de purificación de gases de escape para un motor de combustión interna que incluye, colocar un catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  en un tubo de escape del motor, estando el catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  compuesto de un catalizador de metal precioso y un absorbente (47) de  $\text{NO}_x$  y, cuando un cociente de aire-combustible del gas de escape circulante es pobre, el almacenamiento en frío del dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en el gas de escape en el absorbente (47) de  $\text{NO}_x$  cuando no está activado y el almacenamiento en caliente del dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  almacenado en frío en el absorbente (47) de  $\text{NO}_x$  cuando el catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado, haciendo que el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$  contenido en el gas de escape sea almacenado en frío en el absorbente (47) de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado

**caracterizado** porque al elevar la temperatura de dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  a una temperatura predeterminada para activarlo y restaurar así la capacidad de almacenar en frío de dicho absorbente (47) de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que dicho catalizador que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado previamente a que dicha capacidad de almacenamiento en frío de dicho absorbente (47) de  $\text{NO}_x$  en el estado en el que dicho catalizador (11) que almacena  $\text{NO}_x$  no está activado se sature.

Fig.1

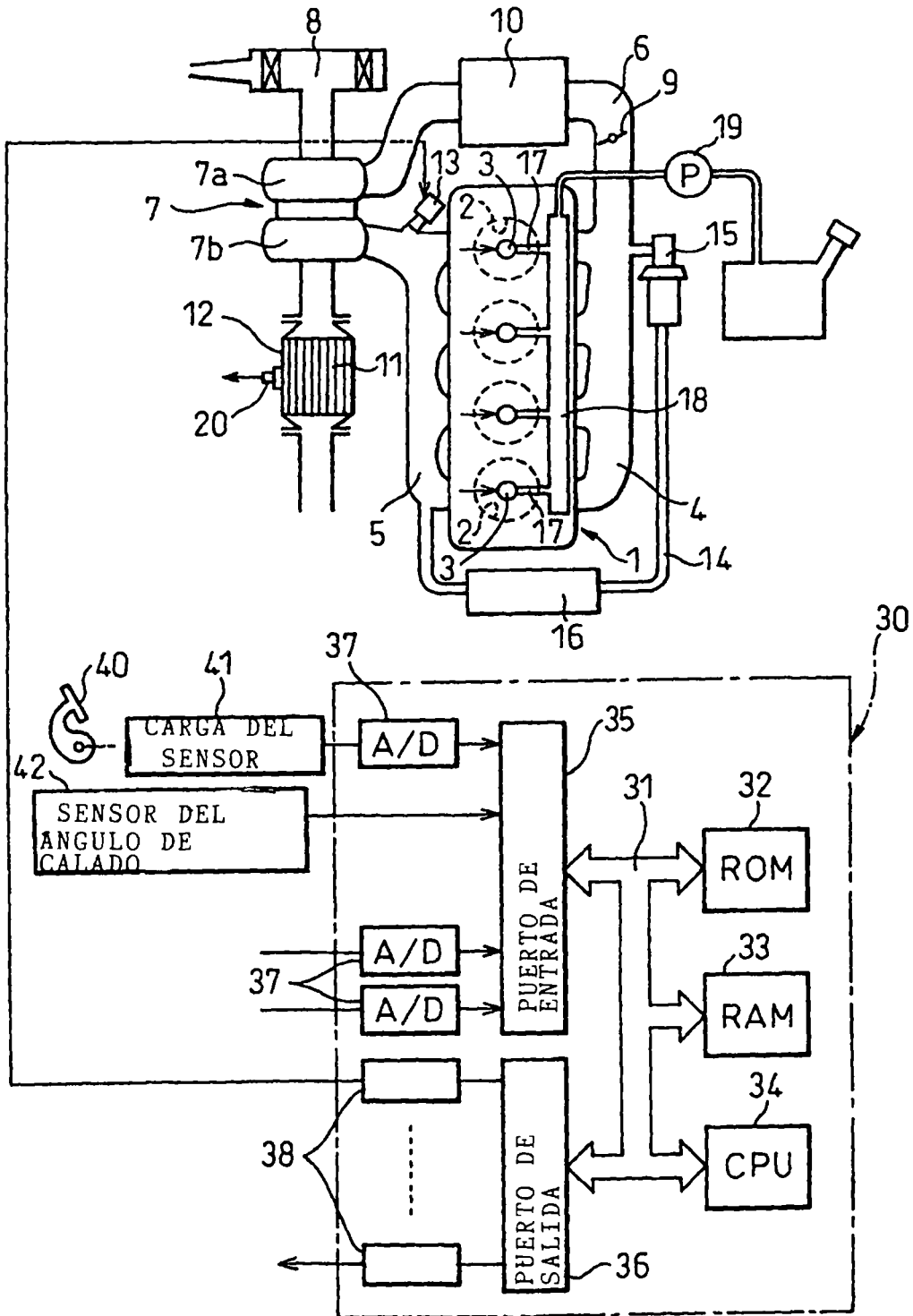


Fig.2a

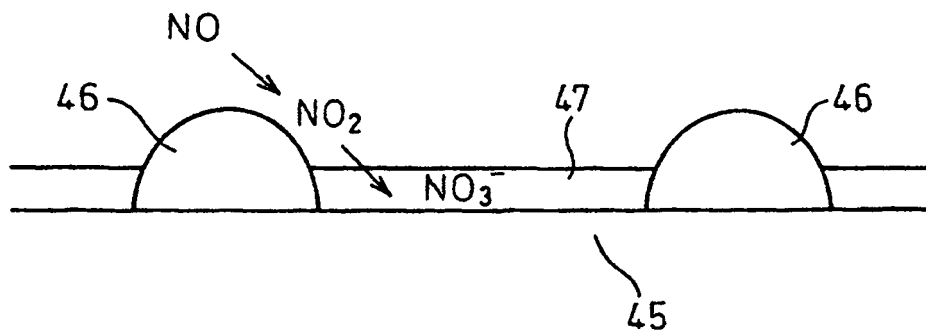


Fig.2b

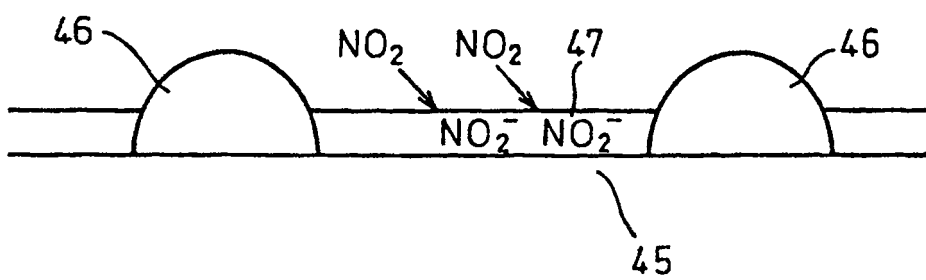


Fig.3

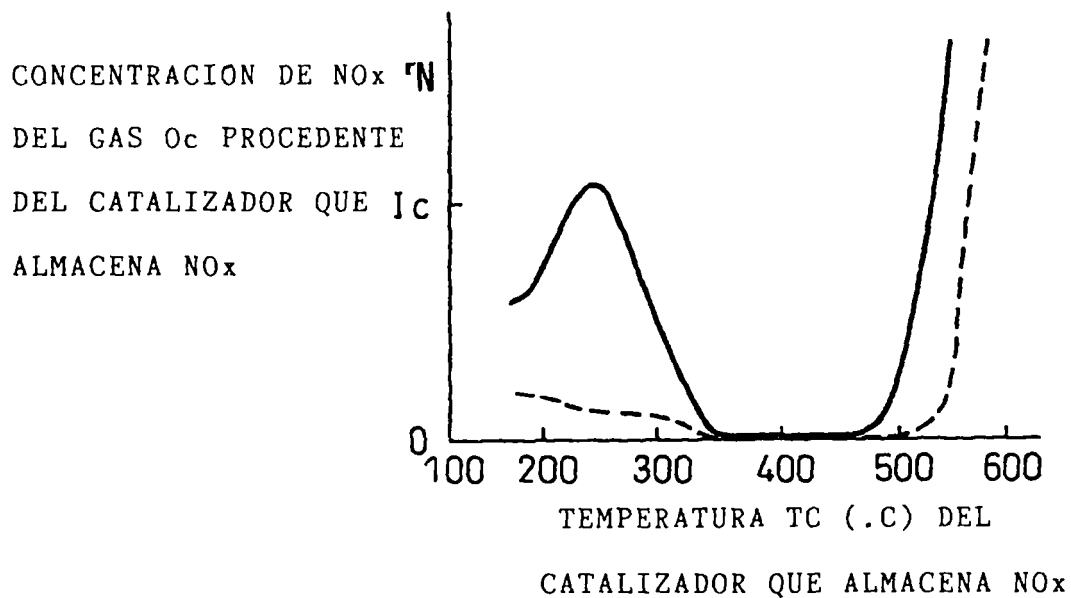


Fig.4

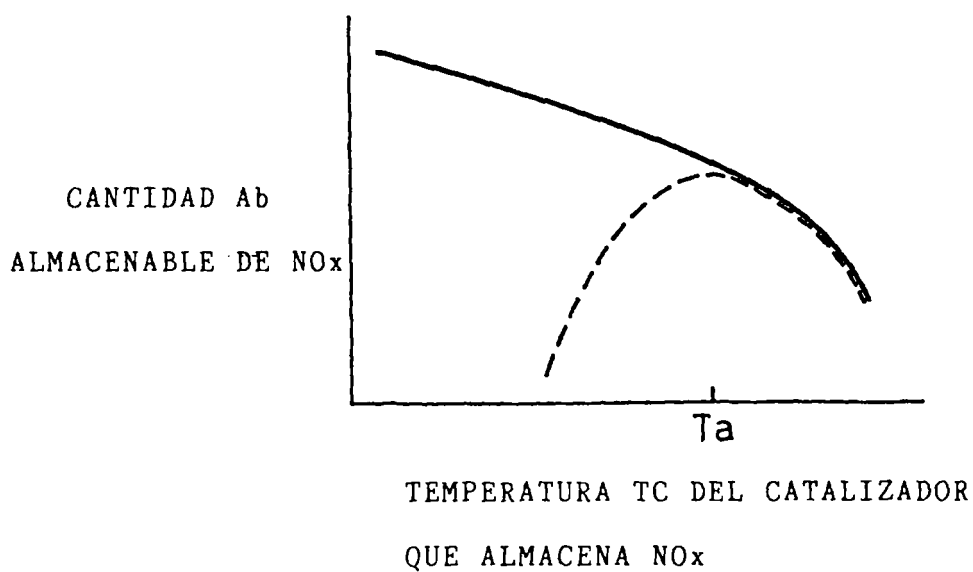


Fig.5

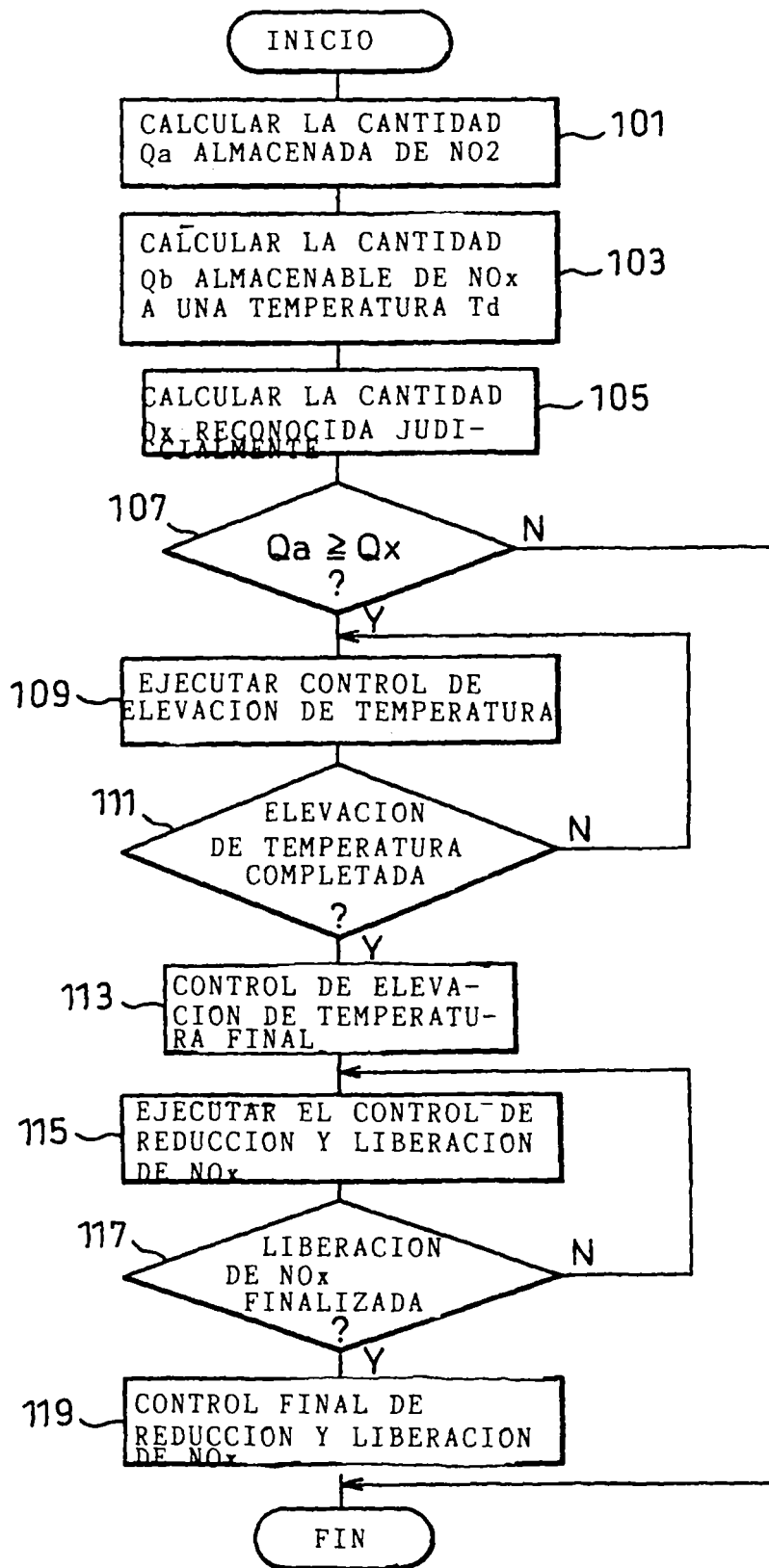


Fig.6

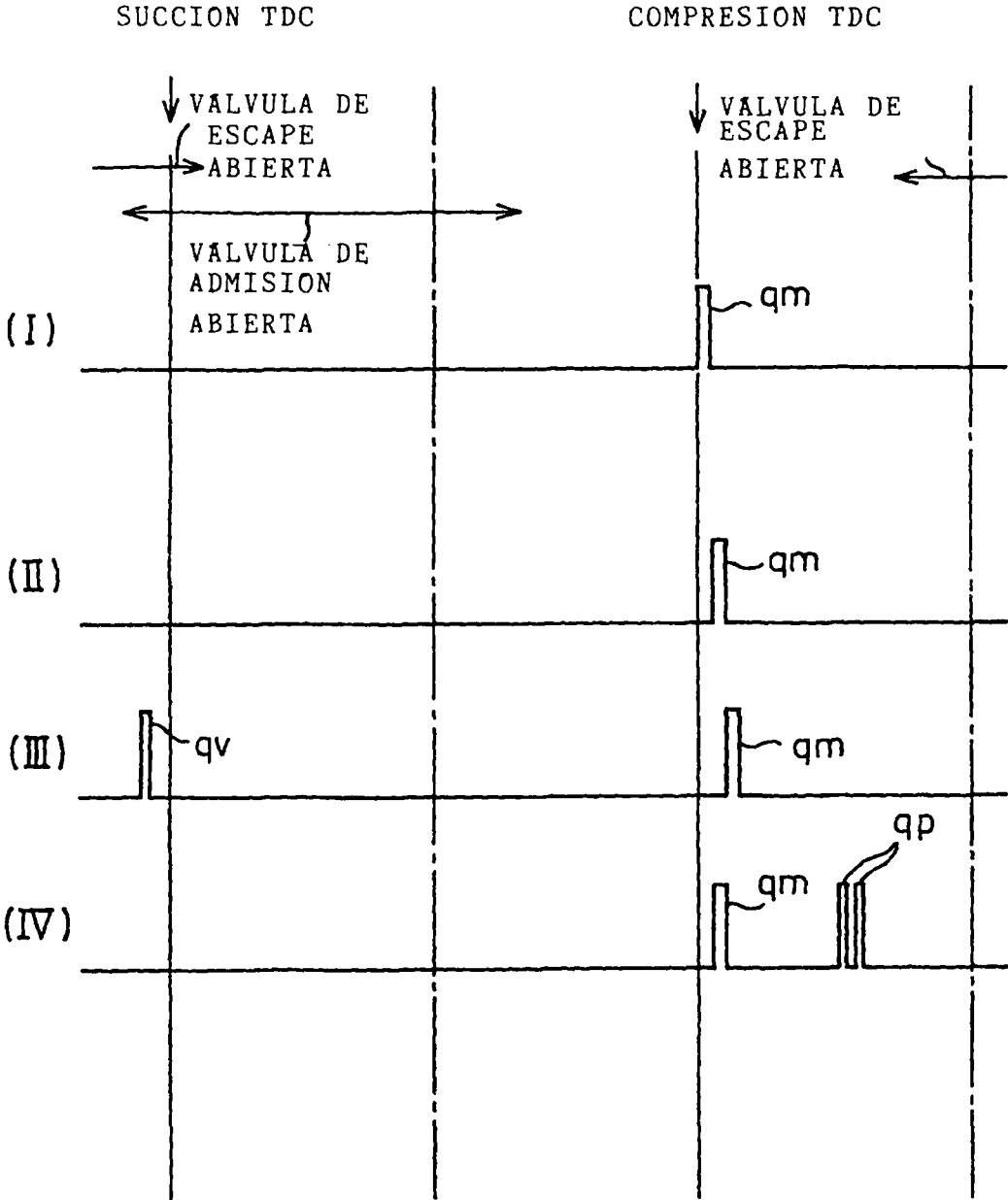


Fig.7

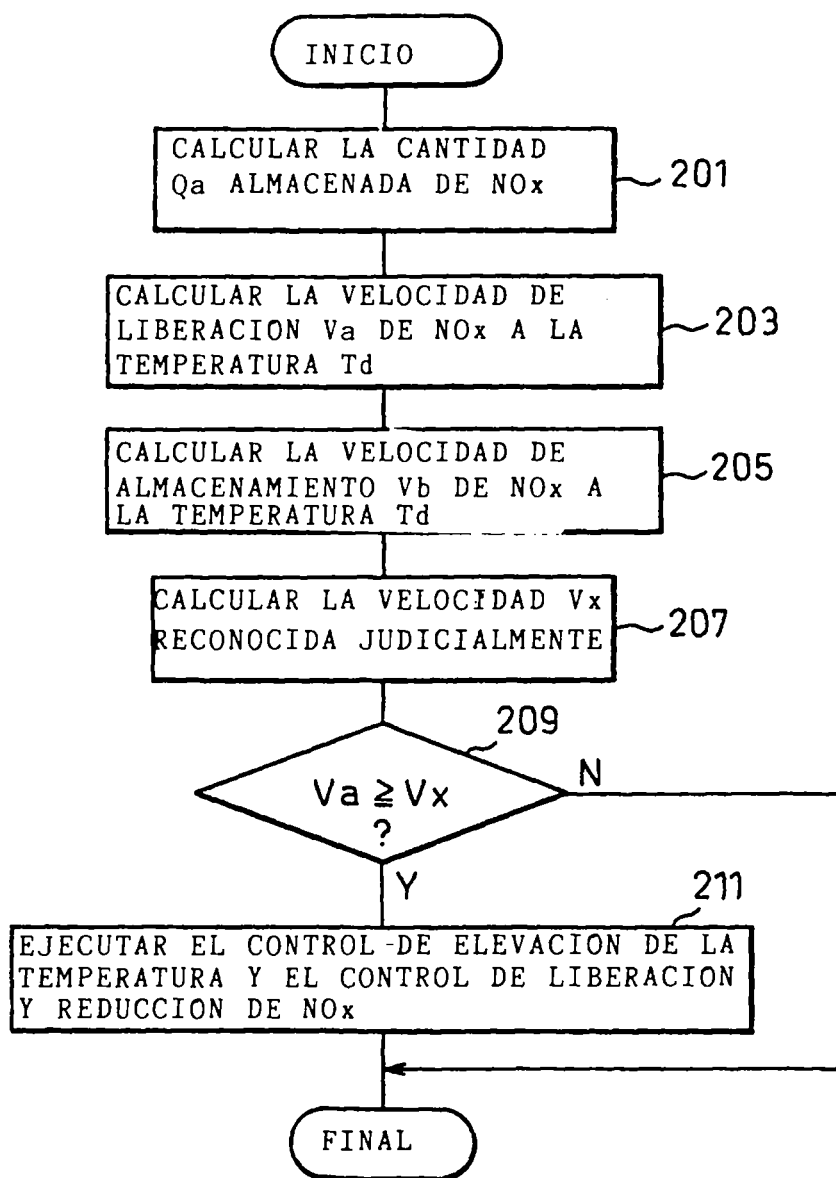


Fig.8a

VELOCIDAD DE  
LIBERACION DEL NO<sub>x</sub>

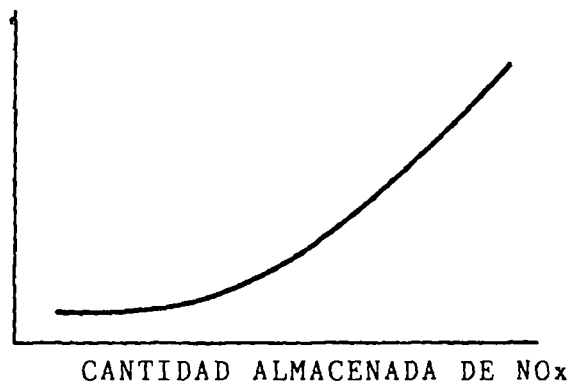


Fig.8b

VELOCIDAD DE  
ALMACENAMIENTO DE  
NO<sub>x</sub>



Fig.9

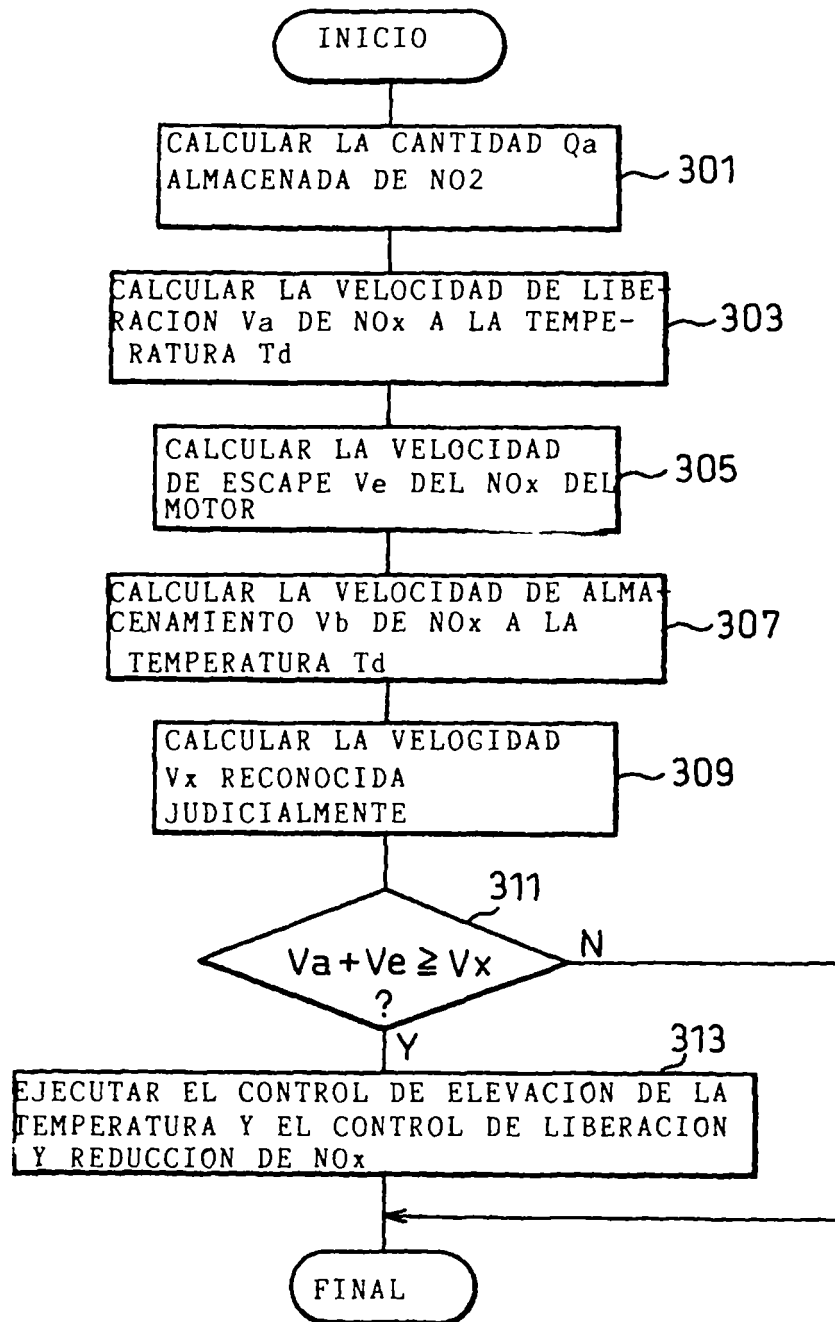
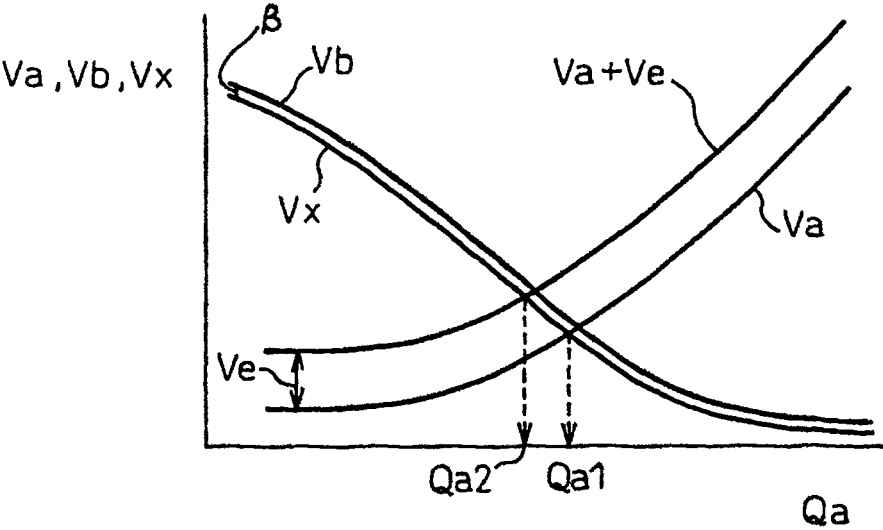


Fig.10



**LISTADO DE REFERENCIA**

- 3 inyector de combustible
- 4 colector de admisión
- 5 colector de escape o exhaustación
- 7 turboalimentador accionado por gases de exhaustación
- 11 catalizador que almacena NO<sub>x</sub>
- 13 válvula de suministro de agente reductor