(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 558 769**

(51) Int. Cl.:

F01N 13/00	(2010.01)
F01N 3/08	(2006.01)
F01N 3/20	(2006.01)
F01N 9/00	(2006.01)
B01D 53/94	(2006.01)
F02D 41/02	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2009** **E 09851108 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016** **EP 2500537**

(54) Título: **Aparato de control para un motor de combustión interna**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.02.2016

(73) Titular/es:

TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
1 Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571 , JP

(72) Inventor/es:

INOUE, MIKIO

(74) Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 558 769 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).

APARATO DE CONTROL PARA UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

DESCRIPCIÓN

Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de control para un motor de combustión interna, y más particularmente a un aparato de control para un motor de combustión interna que incluye un catalizador de NOx o un catalizador de trampa de S (azufre).

Antecedentes de la técnica

La técnica anterior relacionada incluye un aparato de control para un motor de combustión interna que incluye un catalizador de NOx tal como un catalizador NSR (almacenamiento y reducción de NOx) tal como se da a conocer, por ejemplo, en el documento JP 2009-138525 A. Un catalizador de NOx puede almacenar óxidos de nitrógeno (NOx) contenidos en el gas de escape bajo una atmósfera oxidante, y reducir los NOx almacenados bajo una atmósfera reductora. Sin embargo, el rendimiento de un catalizador de NOx disminuye por azufre que está contenido en el gas de escape que se deposita sobre el catalizador. Por tanto, según la técnica anterior, cuando se introduce un agente reductor en el catalizador de NOx, se detecta la temperatura de catalizador (temperatura de lecho) por un sensor, y se intenta estimar la cantidad de deposición de azufre basándose en el grado en que aumenta la temperatura de catalizador.

En el documento EP 1 659 270 A se da a conocer adicionalmente un sistema de purificación de escape para un motor de combustión interna que comprende un catalizador de NOx del tipo de almacenamiento y reducción previsto en un conducto de escape, un absorbente de SOx previsto en el lado aguas arriba del catalizador de NOx, medios de alimentación de agente reductor previstos en el lado aguas arriba del absorbente de SOx y medios de detección de la tasa de trampa de azufre para detectar una tasa de trampa de S del absorbente de SOx. En el sistema de purificación de escape, cuando la tasa de trampa de azufre es menor que un valor predeterminado, el agente reductor se alimenta mediante los medios de alimentación de agente reductor de modo que se hace que la cantidad de cambio de temperatura del absorbente de SOx antes y después de la alimentación del agente reductor mediante los medios de alimentación de agente reductor se vuelva menor que la cantidad de cambio de temperatura del catalizador de NOx antes y después de la alimentación del agente reductor y se hace que la temperatura del absorbente de SOx antes y después de la alimentación del agente reductor se vuelva mayor que la temperatura de aumento de la tasa de trampa de azufre y se hace que se vuelva menor que la temperatura de disociación de componente de azufre para la disociación del componente de azufre de dicho absorbente de SOx, haciendo de ese modo que el catalizador de NOx tenga alta temperatura y haciendo que se enriquezca la relación aire-combustible de modo que se liberan los SOx almacenados en el catalizador de NOx.

Sumario de la invención

Problema técnico

Según la técnica anterior descrita anteriormente, se adopta una configuración que estima la cantidad de deposición de azufre basándose en el grado en que aumenta la temperatura de catalizador cuando se introduce un agente reductor en el catalizador. Sin embargo, cuando la cantidad de deposición de azufre es grande, existe el problema de que si se introduce el agente reductor de manera poco cuidadosa, puede desorberse temporalmente azufre a alta concentración del catalizador y emitirse a la atmósfera, y como resultado, las emisiones de escape se deterioran. Además, cuando se supone un estado en el que se deposita una gran cantidad de azufre sobre un catalizador de NOx, si se introduce un agente reductor en una situación en la que es difícil que se desorba azufre del catalizador de NOx (una situación en la que la temperatura del catalizador es baja, y la relación aire-combustible de escape está en el lado pobre de la relación estequiométrica), se requiere mucho tiempo hasta que se eleva la temperatura de catalizador. Por consiguiente, en tal caso, también existe el problema de que aumenta la cantidad de agente reductor (combustible) que se consume y se deteriora la eficacia de consumo de combustible, y se aplica una carga calorífica extra al catalizador.

La presente invención se ha diseñado para solucionar los problemas descritos anteriormente, y un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control para un motor de combustión interna que puede estimar con precisión la cantidad de deposición de azufre sobre un catalizador principal a la vez que se evita la emisión de azufre y un deterioro de la eficacia de consumo de combustible.

Medios para solucionar el problema

Un primer aspecto de la presente invención es un aparato de control para un motor de combustión interna, que comprende:

un catalizador principal que está previsto en un conducto de escape del motor de combustión interna, y comprende o

bien un catalizador de NOx que almacena los NOx contenidos en un gas de escape o bien un catalizador de trampa de S que atrapa los SOx contenidos en un gas de escape;

un catalizador secundario que está previsto en el conducto de escape en el lado aguas arriba del catalizador principal, y que comprende un agente de almacenamiento que almacena los SOx contenidos en un gas de escape;

medios de detección de temperatura de catalizador que detectan la temperatura de catalizador que es la temperatura del catalizador secundario o la temperatura de un gas de escape que pasa a través del catalizador secundario, en el lado aguas arriba del catalizador principal; y

medios de control de regeneración que realizan al menos el control de regeneración de azufre para desorber los SOx que se almacenan en el catalizador secundario;

caracterizado por comprender además medios de estimación de cantidad de deposición de azufre que calculan la cantidad de aumento de la temperatura de catalizador durante la ejecución del control de regeneración de azufre, y estiman la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador principal basándose en la cantidad de aumento de temperatura.

En un segundo aspecto de la presente invención, en el que el catalizador secundario se forma para que tener una capacidad calorífica menor que el catalizador principal.

En un tercer aspecto de la presente invención, en el que el catalizador secundario se forma usando un material que tiene una basicidad menor que el catalizador principal.

En un cuarto aspecto de la presente invención, en el que el catalizador principal comprende un material de tipo OSC que tiene capacidad de almacenamiento de oxígeno.

En un quinto aspecto de la presente invención, en el que:

los medios de control de regeneración ejecutan el control de regeneración de azufre en un caso en el que el estado operativo del motor de combustión interna es un estado operativo de desaceleración, un estado operativo al ralentí o un estado inmediatamente antes de detenerse el funcionamiento; y

los medios de estimación de cantidad de deposición de azufre están configurados para estimar la cantidad de deposición de azufre durante el control de regeneración de azufre.

En un sexto aspecto de la presente invención, el aparato de control para un motor de combustión interna que comprende además medios de cálculo de concentración de azufre que, cuando se ejecuta el control de regeneración de azufre repetidamente a intervalos, calculan la concentración de azufre en un combustible basándose en la cantidad de consumo de combustible y la cantidad de consumo de aceite durante el intervalo y un valor estimado de la cantidad de deposición de azufre.

En un séptimo aspecto de la presente invención, el aparato de control para un motor de combustión interna que comprende además medios de corrección que corrigen la cantidad de flujo de entrada de azufre que fluye hacia el catalizador principal basándose en la concentración de azufre en el combustible.

En un octavo aspecto de la presente invención, el aparato de control para un motor de combustión interna que comprende además medios de notificación que, cuando la concentración de azufre en el combustible es mayor que un valor de referencia, notifican que la concentración de azufre es alta.

Efectos ventajosos de la invención

Según la primera invención, puesto que el catalizador secundario está dispuesto en una posición que está más adelante en el lado aguas arriba que el catalizador principal, después del inicio del control de regeneración de azufre, puede hacerse que la temperatura del catalizador secundario alcance una temperatura a la que puede desorberse azufre antes que el catalizador principal. Por tanto, es posible detectar la cantidad de aumento de temperatura del catalizador secundario cuya temperatura se ha elevado como resultado de una reacción de desorción de azufre antes de que la temperatura del catalizador principal alcance la temperatura a la que puede desorberse azufre (es decir, antes de que se desorba el azufre del catalizador principal), y la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador principal puede estimarse con precisión basándose en la cantidad de aumento de temperatura. Por tanto, el control para evitar la emisión de azufre y un deterioro en la eficacia de consumo de combustible puede ejecutarse basándose en el resultado de la estimación. Además, aunque se desorba azufre del catalizador secundario durante un periodo en el que está detectándose la cantidad de aumento de temperatura del catalizador secundario, el azufre desorbido puede almacenarse por el catalizador principal en el lado aguas abajo. Por consiguiente, puede mejorarse las emisiones de escape y la eficacia de consumo de combustible.

Según la segunda invención, puesto que la capacidad calorífica del catalizador secundario es menor que la del catalizador principal, después del inicio del control de regeneración de azufre, puede hacerse que la temperatura del catalizador secundario alcance la temperatura a la que puede desorberse azufre antes que el catalizador principal. Por consiguiente, es posible garantizar de manera adecuada un periodo desde un punto de tiempo en el que la temperatura del catalizador secundario alcanza una temperatura a la que puede desorberse azufre hasta un punto de tiempo inmediatamente antes de que la temperatura del catalizador principal alcance una temperatura a la que puede desorberse azufre, más específicamente, es posible garantizar de manera adecuada un periodo de detección para detectar la cantidad de aumento de temperatura del catalizador secundario. Por consiguiente, por ejemplo, incluso en un caso en el que la temperatura del catalizador secundario se eleva moderadamente, puede detectarse con precisión la cantidad de aumento de temperatura durante el periodo de detección. Por tanto, puede mejorarse la precisión de estimación de la cantidad de deposición de azufre basándose en la cantidad de aumento de temperatura.

Según la tercera invención, usando un material que tiene baja basicidad en el catalizador secundario, puede ajustarse una temperatura a la que puede desorberse azufre del catalizador secundario menor que la del catalizador principal. Por consiguiente, puede aumentarse el periodo para detectar la cantidad de aumento de temperatura del catalizador secundario, y puede detectarse con precisión la cantidad de aumento de temperatura durante el periodo de detección. Por tanto, puede mejorarse la precisión de estimación de la cantidad de deposición de azufre basándose en la cantidad de aumento de temperatura.

Según la cuarta invención, en presencia de oxígeno que se ha almacenado en un material de tipo OSC, el catalizador principal puede capturar eficazmente los SOx que se desorben del catalizador secundario. Por tanto, aunque se desorba azufre del catalizador secundario durante un periodo de detección en el que está detectándose la cantidad de aumento de temperatura del catalizador secundario, pueden mantenerse las emisiones de escape en un estado favorable.

Según la quinta invención, durante la ejecución de una operación de desaceleración o una operación al ralentí, el estado operativo del motor de combustión interna es estable y el cambio en la temperatura o la velocidad de flujo del gas de escape es pequeño. Además, en un estado inmediatamente antes de que se detenga el motor de combustión interna, la temperatura y la velocidad de flujo del gas de escape están en un estado estable. Por consiguiente, si se ejecuta un procedimiento para estimar la cantidad de deposición de azufre en estos estados operativos, la cantidad de aumento de temperatura del catalizador secundario puede detectarse con precisión en un estado en el que existen pocas alteraciones. Por tanto, puede aumentarse la precisión de estimación de la cantidad de deposición de azufre.

Según la sexta invención, los medios de cálculo de concentración de azufre pueden calcular la concentración de azufre en un combustible basándose en la cantidad de consumo de combustible y la cantidad de consumo de aceite durante un intervalo entre periodos de control de regeneración de azufre así como un valor estimado de la cantidad de deposición de azufre. De ese modo es posible llevar a cabo un control apropiado para suprimir la cantidad de azufre que se deposita sobre un catalizador basándose en la concentración de azufre en el combustible.

Según la séptima invención, los medios de corrección pueden corregir la cantidad de flujo de entrada de azufre que fluye hacia el catalizador principal basándose en la concentración de azufre en el combustible, y pueden suprimir lo más posible el envenenamiento por azufre del catalizador principal.

Según la octava invención, cuando la concentración de azufre en un combustible es mayor que un valor de referencia, los medios de notificación pueden notificar al conductor o similar sobre esa situación, y por tanto pueden llamar la atención del conductor o similar sobre el hecho de que está usándose un combustible con una alta concentración de azufre.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de configuración global para describir la configuración del sistema de la realización 1 de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama explicativo que muestra la configuración de un sistema de escape según la realización 1 de la presente invención.

La figura 3 es un diagrama de características que ilustra los cambios de temperatura del catalizador principal y el catalizador secundario durante el control de regeneración de azufre según la realización 1 de la presente invención.

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra el control ejecutado por la ECU según la realización 1 de la presente invención.

La figura 5 es un dibujo explicativo que ilustra la configuración de un sistema de escape según la realización 2 de la presente invención.

La figura 6 es un diagrama de características que ilustra los cambios de temperatura del catalizador principal y el catalizador secundario durante el control de regeneración de azufre según la realización 2 de la presente invención.

La figura 7 es un diagrama explicativo que ilustra la configuración de un sistema de escape según la realización 3 de la presente invención.

La figura 8 es un diagrama de características que muestra la relación aire-combustible de escape en el lado aguas arriba y el lado aguas abajo del catalizador principal.

La figura 9 es un dibujo explicativo que ilustra la configuración de un sistema de escape según la realización 4 de la presente invención.

La figura 10 es un diagrama explicativo que ilustra un estado en el que se estima la cantidad de deposición de azufre durante una operación de desaceleración o una operación al ralentí.

La figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra el control ejecutado por la ECU según la realización 4 de la presente invención.

Descripción de realizaciones

Realización 1

[Configuración de la realización 1]

A continuación en el presente documento, se describe la realización 1 de la presente invención a la vez que se hace referencia a las figuras 1 a 4. La figura 1 es un diagrama de configuración global para describir la configuración del sistema de la realización 1 de la presente invención. El sistema de la presente realización incluye, por ejemplo, un motor 10 de combustión interna de múltiples cilindros constituido por un motor diésel. Un pistón 14 está previsto en el interior de cada cilindro 12 del motor 10 de combustión interna de una manera en la que cada pistón 14 puede producir una acción alternativa. Los pistones 14 forman una cámara 16 de combustión en el interior de cada cilindro 12. Cada pistón 14 está conectado a un cigüeñal 18 del motor 10 de combustión interna.

El motor 10 de combustión interna incluye un conducto 20 de admisión que introduce aire de admisión en cada cilindro 12, y un conducto 22 de escape a través del cual se descarga el gas de escape desde el interior de cada cilindro 12. Un medidor 24 de flujo de aire que detecta la cantidad de aire de admisión, y una válvula 26 reguladora que aumenta o disminuye la cantidad de aire de admisión están previstos en el conducto 20 de admisión. La válvula 26 reguladora está constituida, por ejemplo, por una válvula controlada electrónicamente, y se acciona por un motor 28 regulador basándose en el grado de apertura del acelerador o similar. Un catalizador 30 principal y un catalizador 32 secundario están previstos en el conducto 22 de escape. Estos catalizadores se describen en detalle más adelante. Cada cilindro 12 está dotado de una válvula 34 de inyección de combustible que inyecta combustible en el cilindro, así como una válvula 38 de admisión, una válvula 40 de escape y similares.

El sistema de la presente realización también incluye un sistema de sensores que incluye un sensor 42 de ángulo de cigüeñal, un sensor 44 de temperatura de catalizador y sensores 46 y 48 de relación aire-combustible y similares, y una ECU (unidad de control electrónico) 50 que controla el estado operativo del motor 10 de combustión interna. El sensor 42 de ángulo de cigüeñal emite una señal que es síncrona con la rotación de un cigüeñal 18, y la ECU 50 puede detectar el número de revoluciones del motor y el ángulo de cigüeñal basándose en la señal mencionada anteriormente. El sensor 44 de temperatura de catalizador constituye los medios de detección de temperatura de catalizador de la presente realización, y está previsto en el conducto 22 de escape en una posición que está en el lado aguas arriba del catalizador 30 principal y el lado aguas abajo del catalizador 32 secundario. El sensor 44 de temperatura de catalizador detecta, como temperatura de catalizador, la temperatura (temperatura de lecho) del catalizador 32 secundario o la temperatura de gas de escape inmediatamente después de pasar a través del catalizador 32 secundario. Con respecto a esto, aunque en la figura 1 y la figura 2 se ilustra una configuración en la que se detecta una temperatura de gas de escape en el lado aguas abajo del catalizador 32 secundario por el sensor 44 de temperatura de catalizador, la presente invención no se limita a esto, y también puede adoptarse una configuración en la que se detecta la temperatura de lecho del catalizador 32 secundario por el sensor 44 de temperatura de catalizador.

El sensor 46 de relación aire-combustible dispuesto en el lado aguas arriba detecta una relación aire-combustible de escape en una posición que está en el lado aguas arriba del catalizador 30 principal y en el lado aguas abajo del catalizador 32 secundario. El sensor 48 de relación aire-combustible dispuesto en el lado aguas abajo detecta una relación aire-combustible de escape en una posición que está en el lado aguas abajo del catalizador 30 principal. La ECU 50 puede realizar un control de realimentación de relación aire-combustible que controla de modo que la relación aire-combustible de escape está en las proximidades de la relación aire-combustible teórica (estequiométrica) ajustando la cantidad de inyección de combustible basándose en señales de los sensores 46 y 48

de relación aire-combustible. Además de los sensores 42 a 48 y el medidor 24 de flujo de aire mencionados anteriormente, el sistema de sensores incluye diversos sensores que son necesarios para el control del vehículo y el motor de combustión interna. Los ejemplos de tales sensores incluyen un sensor de temperatura de agua que detecta la temperatura de refrigerante del motor de combustión interna y un sensor del grado de apertura del acelerador que detecta el grado de apertura del acelerador. Estos sensores se conectan al lado de entrada de la ECU 50.

Diversos actuadores incluyendo el motor 28 regulador y la válvula 34 de inyección de combustible descritos anteriormente se conectan al lado de salida de la ECU 50. La ECU 50 controla el estado operativo del motor de combustión interna accionando cada actuador a la vez que detecta el estado operativo por medio del sistema de sensores. Como ejemplo específico, la ECU 50 ajusta una cantidad de inyección y un momento de inyección de combustible basándose en la cantidad de aire de admisión que se detecta por el medidor de flujo de aire, y ejecuta el control de inyección de combustible que acciona la válvula 34 de inyección de combustible basándose en el contenido del ajuste.

[Características de la realización 1]

La figura 2 es un diagrama explicativo que muestra la configuración de un sistema de escape según la realización 1 de la presente invención. Una característica de la presente realización es que se estima la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador 30 principal basándose en la temperatura del catalizador 32 secundario. En primer lugar, se describe el catalizador 30 principal. El catalizador 30 principal está constituido, por ejemplo, por un catalizador de NOx. Más específicamente, el catalizador 30 principal puede almacenar los NOx contenidos en el gas de escape bajo una atmósfera oxidante, y puede reducir los NOx almacenados bajo una atmósfera reductora. La ECU 50 ejecuta el control de reducción de NOx en un momento apropiado para reducir los NOx que se almacenan en el catalizador 30 principal. Según el control de reducción de NOx, por ejemplo, la relación aire-combustible de escape se enriquece temporalmente realizando un control de variación brusca de enriquecimiento o similar, y se añade combustible al gas de escape por medio de una válvula de adición de combustible o similar. Como resultado, la relación aire-combustible de escape cambia a una relación que está enriquecida con respecto a la relación aire-combustible teórica y la atmósfera se convierte en una atmósfera reductora. Así, el catalizador 30 principal puede reducir los NOx almacenados.

Por otra parte, bajo una atmósfera oxidante, el catalizador de NOx almacena óxidos de azufre (SOx) contenidos en el gas de escape. Los SOx almacenados no se liberan a la temperatura de catalizador (por ejemplo, de aproximadamente 250ºC) durante el control de reducción de NOx. Cuando los SOx se depositan sobre el catalizador, disminuye la capacidad de almacenamiento de NOx del catalizador y se produce el denominado “envenenamiento por azufre”. Por tanto, la ECU 50 ejecuta el control de regeneración de azufre en un momento apropiado para regenerar la capacidad de almacenamiento de NOx del catalizador 30 principal. En el control de regeneración de azufre, se añade un combustible que sirve como agente reductor al catalizador en un estado en el que la temperatura de lecho del catalizador se ha aumentado hasta una temperatura predeterminada (a continuación en el presente documento, denominada “temperatura a la que puede desorberse azufre”) a la que puede desorberse azufre en el catalizador. Por tanto, el azufre que se ha acumulado sobre el catalizador 30 principal puede desorberse bajo una atmósfera reductora. Con respecto a esto, la temperatura a la que puede desorberse azufre difiere según la razón de componentes y materiales y similares del catalizador, y un ejemplo de la misma es una alta temperatura de 600ºC o más.

Sin embargo, cuando sólo se ejecuta el control de regeneración de azufre, dependiendo del estado del catalizador 30 principal, existe el riesgo de que el azufre depositado sobre el catalizador se emita en el gas de escape, y de que se requerirá agente reductor adicional. Por tanto, según la presente realización, antes de aumentar la temperatura del catalizador 30 principal hasta una temperatura a la que puede desorberse azufre, se estima la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador 30 principal utilizando el catalizador 32 secundario. El catalizador 32 secundario está constituido, por ejemplo, por un catalizador de pequeño tamaño cuya capacidad calorífica es menor que la del catalizador 30 principal, y está dispuesto en el lado aguas arriba del catalizador 30 principal. Además, se recubre un agente de almacenamiento que almacena los SOx contenidos en el gas de escape sobre el catalizador 32 secundario, y la temperatura a la que puede desorberse azufre del agente de almacenamiento es aproximadamente igual a la del catalizador 30 principal. Por tanto, el azufre en el gas de escape se deposita en el mismo grado sobre ambos catalizadores 30 y 32 en un estado operativo normal distinto de un estado en el que está ejecutándose el control de regeneración de azufre.

Puesto que el catalizador 32 secundario está dispuesto en el lado aguas arriba del catalizador 30 principal y tiene una capacidad calorífica menor que el catalizador 30 principal, después del inicio del control de regeneración de azufre, la temperatura del catalizador 32 secundario alcanza una temperatura a la que puede desorberse azufre antes que el catalizador 30 principal. La figura 3 es un diagrama de características que ilustra los cambios de temperatura del catalizador principal y el catalizador secundario durante el control de regeneración de azufre según la realización 1 de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 3, cuando se inicia el control de regeneración de azufre, las temperaturas de lecho de los catalizadores 30 y 32 aumentan junto con la temperatura de gas de escape. Sin embargo, debido a los motivos mencionados anteriormente, surge una diferencia temporal

con respecto al momento en el que las temperaturas de lecho respectivas de los dos catalizadores alcanzan una temperatura a la que puede desorberse azufre. Durante un periodo correspondiente a esta diferencia temporal (periodo de detección A en la figura 4), no se desorben los SOx del catalizador 30 principal que no ha alcanzado la temperatura a la que puede desorberse azufre. En cambio, puesto que la temperatura del catalizador 32 secundario alcanza la temperatura a la que puede desorberse azufre en el punto de tiempo en el que se inicia el periodo de detección A, se desorben los SOx almacenados en el catalizador 32 secundario durante el periodo de detección A. Dado que la reacción de desorción es una reacción exotérmica, la temperatura de lecho del catalizador 32 secundario aumenta a medida que se desorben los SOx.

Más específicamente, la cantidad en la que aumenta la temperatura del catalizador 32 secundario durante el periodo de detección A tiene una característica tal que la cantidad de aumento de temperatura aumenta según la cantidad de SOx que se han almacenado en el catalizador. Por tanto, cuando se considera que el azufre contenido en el gas de escape se deposita en el mismo grado sobre los catalizadores 30 y 32, puede estimarse la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador 30 principal basándose en la cantidad de aumento de temperatura de catalizador que se detecta por el sensor 44 de temperatura de catalizador. Por tanto, datos de mapas que muestran la relación entre la cantidad de aumento de temperatura del catalizador 32 secundario durante el periodo de detección A y la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador 30 principal en un formato de datos se almacenan previamente en la ECU 50. Los datos de mapas se ajustan de modo que el valor estimado de la cantidad de deposición de azufre aumenta según un aumento de la cantidad de aumento de temperatura del catalizador 32 secundario.

Después de iniciarse el control de regeneración de azufre, la ECU 50 detecta la cantidad de aumento de temperatura en el periodo de detección A basándose en la salida del sensor 44 de temperatura de catalizador. En este caso, la ECU 50 determina el inicio del periodo de detección A en un punto de tiempo en el que la temperatura detectada por el sensor 44 de temperatura de catalizador se vuelve igual a o mayor que la temperatura a la que puede desorberse azufre. Además, la ECU 50 estima la temperatura de lecho del catalizador 30 principal basándose en la temperatura detectada por el sensor 44 de temperatura de catalizador, y determina que el periodo de detección A finalizó en un punto de tiempo inmediatamente antes de que la temperatura de lecho alcanzase la temperatura a la que puede desorberse azufre. Con respecto a esto, según la presente invención también puede adoptarse una configuración en la que está previsto un sensor de temperatura o similar que detecta la temperatura de lecho del catalizador 30 principal con el fin de determinar el punto de tiempo final del periodo de detección A. La ECU 50 estima la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador 30 principal basándose en la cantidad de aumento de temperatura del catalizador 32 secundario y los datos de mapas mencionados anteriormente, y puede ejecutar un control adecuado para tratar con la cantidad estimada de deposición de azufre. A continuación en el presente documento, se describe un ejemplo del control que se ejecuta según la cantidad de deposición de azufre.

(Control correspondiente a la cantidad de deposición de azufre)

Se ejecuta el control de regeneración de azufre repetidamente por la ECU 50 a intervalos adecuados. Dado que la cantidad de azufre que se deposita sobre el catalizador 32 secundario es relativamente pequeña en comparación con la cantidad de el azufre depositado sobre el catalizador 30 principal, puede considerarse que la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador 32 secundario se vuelve de aproximadamente cero cada vez que se ejecuta el control de regeneración de azufre. Por consiguiente, la cantidad de deposición de azufre que se estima (detecta) mediante el método descrito anteriormente durante la ejecución del control de regeneración de azufre corresponde a la cantidad de SOx emitida desde el motor de combustión interna durante un periodo desde el control de regeneración de azufre anterior hasta el control de regeneración de azufre actual, es decir, durante un intervalo entre periodos de control de regeneración de azufre. Con respecto a esto, el azufre depositado sobre un catalizador incluye azufre que estaba incluido originariamente en el combustible, y azufre en aceite lubricante del motor de combustión interna que se mezcla con el combustible junto con el aceite.

Por tanto, la ECU 50 calcula la concentración de azufre en el combustible basándose en la cantidad de consumo de combustible y la cantidad de consumo de aceite durante el intervalo mencionado anteriormente así como el valor estimado de la cantidad de deposición de azufre (cantidad de emisión de SOx). La ECU 50 está configurada para corregir la cantidad de SOx que fluye hacia el catalizador 30 principal basándose en la concentración de azufre calculada. Más específicamente, la ECU 50 puede calcular la cantidad de consumo de combustible durante el intervalo sumando en primer lugar las cantidades de combustible que se inyectan por cada cilindro en cada ciclo de combustión. Además, puesto que existe una correlación entre la cantidad de consumo de aceite (cantidad de aceite lubricante que se mezcla en el cilindro) y parámetros tales como el número de revoluciones del motor y el factor de carga, se almacenan previamente datos de mapas que muestran la relación entre estos parámetros y la cantidad de consumo de aceite por ciclo de combustión en la ECU 50. Sumando las cantidades de consumo de aceite que se calculan basándose en estos parámetros y los datos de mapas, la ECU 50 puede calcular la cantidad de consumo de aceite durante el intervalo mencionado anteriormente, y puede calcular la concentración de azufre en el combustible.

Si la concentración de azufre en el combustible es alta, por ejemplo, la ECU 50 corrige la cantidad de SOx que fluye hacia el catalizador 30 principal ajustando la cantidad de inyección de combustible, y suprime de ese modo la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador 30 principal. Además, si la concentración de azufre en el

combustible es mayor que un valor de referencia predeterminado, la ECU 50 activa un dispositivo de notificación (no mostrado) para notificar al conductor del vehículo que la concentración de azufre en el combustible es alta. El dispositivo de notificación es un dispositivo que realiza una operación de notificación por medio de una lámpara, un zumbador o un sonido.

[Procesamiento específico para realizar la realización 1]

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra el control ejecutado por la ECU según la realización 1 de la presente invención. La rutina mostrada en la figura 4 se ejecuta repetidamente durante el funcionamiento del motor de combustión interna. Según esta rutina, en primer lugar, la ECU 50 determina si el motor de combustión interna está o no en el estado operativo en el que puede ejecutarse el control de regeneración de azufre (por ejemplo, si el estado operativo es uno en el que no se ve afectada adversamente la operabilidad aunque se ejecute el control de regeneración de azufre) (etapa 100). Si el resultado determinado en la etapa 100 es negativo, la ECU 50 finaliza el control actual. En cambio, si el resultado en la etapa 100 es afirmativo, la ECU 50 inicia el control de regeneración de azufre (etapa 102).

A continuación, la ECU 50 detecta la temperatura del catalizador 32 secundario basándose en la salida del sensor 44 de temperatura de catalizador (etapa 104), y determina si la temperatura de catalizador detectada es o no igual a o mayor que la temperatura a la que puede desorberse azufre del catalizador 32 secundario (etapa 106). Si el resultado determinado en la etapa 106 es negativo, la ECU 50 repite el procesamiento de las etapas 104 y 106 hasta que el resultado determinado en la etapa 106 sea afirmativo. Cuando el resultado determinado en la etapa 106 es afirmativo, significa que el punto de tiempo es el punto de tiempo inicial del periodo de detección A mencionado anteriormente, y por tanto la ECU 50 detecta la cantidad de aumento de temperatura del catalizador 32 secundario basándose en la salida del sensor 44 de temperatura de catalizador (etapa 108). De manera simultánea a este procesamiento de detección, la ECU 50 determina si se ha alcanzado o no el punto de tiempo final del periodo de detección A mediante el método descrito anteriormente (etapa 110). Si el resultado determinado en la etapa 110 es negativo, la ECU 50 repite el procesamiento de las etapas 108 y 110 hasta que el resultado determinado en la etapa 110 sea afirmativo.

Cuando el resultado determinado en la etapa 110 es afirmativo, la ECU 50 estima la cantidad de azufre que se deposita sobre el catalizador 30 principal basándose en la cantidad de aumento de temperatura detectada y los datos de mapas (etapa 112). En el procesamiento posterior, tal como se describió anteriormente, la ECU 50 calcula la cantidad de consumo de combustible y la cantidad de consumo de aceite durante un intervalo entre periodos de control de regeneración de azufre, y calcula la concentración de azufre en el combustible basándose en los valores calculados y el valor estimado de la cantidad de deposición de azufre (etapa 114). Posteriormente, la ECU 50 ejecuta el control que corresponde a la cantidad de deposición de azufre basándose en el valor calculado de la concentración de azufre (etapa 116).

Tal como se describió anteriormente, según la presente realización el catalizador 32 secundario está dispuesto más adelante en el lado aguas arriba que el catalizador 30 principal, y tiene una capacidad calorífica menor que el catalizador 30 principal. Por consiguiente, después de iniciarse el control de regeneración de azufre, puede hacerse que la temperatura del catalizador 32 secundario alcance una temperatura a la que puede desorberse azufre antes que la temperatura del catalizador 30 principal. Por tanto, antes que la temperatura del catalizador 30 principal alcance una temperatura a la que puede desorberse azufre (es decir, antes de que se desorba azufre del catalizador 30 principal), puede detectarse la cantidad de aumento de temperatura del catalizador 32 secundario cuya temperatura se ha aumentado mediante una reacción de desorción de azufre, y puede estimarse con precisión la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador 30 principal basándose en la cantidad de aumento de temperatura que se detecta.

La ECU 50 puede ejecutar un control para evitar las emisiones de azufre y un deterioro en la eficacia de consumo de combustible basándose en el resultado estimado para la cantidad de deposición de azufre. Además, durante un periodo en el que está detectándose la cantidad de aumento de temperatura del catalizador 32 secundario, aunque se desorba azufre del catalizador 32 secundario, el azufre puede almacenarse por el catalizador 30 principal en el lado aguas abajo. Por consiguiente, es posible impedir de manera fiable la emisión del azufre en el gas de escape o el azufre que se desorbe del catalizador al exterior, y mejorar las emisiones de escape y la eficacia de consumo de combustible.

En particular, haciendo que la capacidad calorífica del catalizador 32 secundario sea menor que la del catalizador 30 principal, es posible garantizar de manera adecuada un periodo desde cuando la temperatura del catalizador 32 secundario alcanza una temperatura a la que puede desorberse azufre hasta un punto de tiempo inmediatamente antes de que la temperatura del catalizador 30 principal alcance una temperatura a la que puede desorberse azufre, es decir, el periodo de detección A para detectar la cantidad de aumento de temperatura del catalizador 32 secundario. Por consiguiente, por ejemplo, incluso en un caso en el que la temperatura del catalizador 32 secundario aumenta moderadamente, puede detectarse con precisión la cantidad de aumento de temperatura durante el periodo de detección A. Por tanto, puede potenciarse la precisión de estimación de la cantidad de deposición de azufre basándose en la cantidad de aumento de temperatura.

Según la presente realización, puede calcularse la concentración de azufre en el combustible basándose en la cantidad de consumo de combustible y la cantidad de consumo de aceite durante un intervalo entre periodos de control de regeneración de azufre y un valor estimado para la cantidad de deposición de azufre. Por tanto, puede realizarse un control adecuado para inhibir la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador basándose en la concentración de azufre en el combustible. Más específicamente, puede corregirse la cantidad de flujo de entrada de azufre que fluye hacia el catalizador 30 principal basándose en la concentración de azufre en el combustible, y puede suprimirse lo más posible el envenenamiento por azufre del catalizador 30 principal. Además, cuando la concentración de azufre en el combustible es mayor que un valor de referencia, puede avisarse a un conductor o similar de ese estado para llamar de ese modo la atención del conductor sobre el hecho de que está usándose combustible con una alta concentración de azufre.

(Ejemplo de modificación de la realización 1)

Se usa un catalizador de NOx como catalizador 30 principal en la realización 1. Sin embargo, la presente invención no se limita a esto, y el catalizador 30 principal puede estar constituido por un catalizador de trampa de S que atrapa y libera los SOx contenidos en el gas de escape. Tal como se sabe generalmente, un catalizador de trampa de S atrapa los SOx cuando la relación aire-combustible de escape está empobrecida con respecto a la relación aire-combustible estequiométrica. Además, cuando la relación aire-combustible de escape está empobrecida con respecto a la relación aire-combustible estequiométrica y la temperatura de catalizador es igual a o mayor que una temperatura predeterminada a la que puede desorberse azufre, se desorben los SOx que se han atrapado por el catalizador de trampa de S. Por tanto, según la presente invención, pueden obtenerse las mismas acciones y efectos que en el caso del catalizador de NOx incluso cuando se usa un catalizador de trampa de S como catalizador 30 principal, y por tanto puede ampliarse el alcance de aplicación de la invención.

Realización 2

A continuación, se describe la realización 2 de la presente invención se haciendo referencia a la figura 5 y la figura 6. Aunque la presente realización adopta la misma configuración y control del sistema (figura 1 y figura 4) que la realización 1 anterior, el material constituyente del catalizador secundario es diferente de aquél de la realización 1. Obsérvese que, según la presente realización, los componentes que son los mismos que en la realización 1 se indican mediante los mismos símbolos de referencia, y se omite una descripción de tales componentes.

[Características de la realización 2]

La figura 5 es un dibujo explicativo que ilustra la configuración de un sistema de escape según la realización 2 de la presente invención. De manera similar a la realización 1, un catalizador 60 secundario está constituido por un catalizador de pequeña capacidad que porta un agente de almacenamiento de SOx, y está dispuesto en el lado aguas arriba de un catalizador 30 principal. El catalizador 60 secundario se forma usando un material que tiene una basicidad menor que el catalizador 30 principal. Por consiguiente, se ajusta la temperatura a la que puede desorberse azufre del catalizador 60 secundario a una temperatura menor que la del catalizador 30 principal. Con respecto a esto, un objeto del sistema de la presente realización es purificar NOx por medio del catalizador 30 principal, y puesto que el sistema no depende del rendimiento de purificación de NOx del catalizador 60 secundario, no hay ningún efecto sobre el rendimiento de purificación del sistema global aunque se cambie el material o la temperatura a la que puede desorberse azufre del catalizador 60 secundario.

La figura 6 es un diagrama de características que ilustra los cambios de temperatura del catalizador principal y el catalizador secundario durante el control de regeneración de azufre según la realización 2 de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 6, se ajusta la temperatura a la que puede desorberse azufre del catalizador 60 secundario a una temperatura menor que la del catalizador 30 principal. Por consiguiente, cuando se inicia el control de regeneración de azufre, la temperatura del catalizador 60 secundario alcanza una temperatura a la que puede desorberse azufre en una fase temprana, y el punto de tiempo inicial de un periodo de detección A' es más temprano en una cantidad correspondiente. Por tanto, según la presente realización, puesto que puede asegurarse un largo periodo de tiempo como el periodo de detección A, por ejemplo, incluso en un caso en el que la temperatura del catalizador 60 secundario se eleva moderadamente, puede detectarse con precisión la cantidad de aumento de temperatura durante el periodo de detección A'. Por tanto, es posible mejorar la precisión de estimación de la cantidad de deposición de azufre basándose en la cantidad de aumento de temperatura.

Realización 3

A continuación, se describe la realización 3 de la presente invención haciendo referencia a la figura 7 y la figura 8. Aunque la presente realización adopta la misma configuración y control del sistema (figura 1 y figura 4) que la realización 1 anterior, la configuración de la presente realización difiere de la de la realización 1 en que se porta un material de tipo OSC por el catalizador principal. Obsérvese que, según la presente realización, los componentes que son los mismos que en la realización 1 se indican mediante los mismos símbolos de referencia, y se omite una descripción de tales componentes.

[Características de la realización 3]

La figura 7 es un diagrama explicativo que ilustra la configuración de un sistema de escape según la realización 3 de la presente invención. Aunque un catalizador 70 principal está constituido por un catalizador de NOx que es aproximadamente igual que el de la realización 1, el catalizador 70 principal porta un material con capacidad de almacenamiento de oxígeno (OSC) que tiene capacidad de almacenamiento de oxígeno. Según esta configuración, el catalizador 70 principal puede atrapar eficazmente los SOx que se desorben de un catalizador 32 secundario cuando se ejecuta el control de regeneración de azufre.

Más específicamente, cuando se ejecuta el control de regeneración de azufre, se mantiene el gas de escape en una atmósfera rica (atmósfera reductora) mediante combustible que sirve como agente reductor, y componentes del agente reductor tales como SOx, HC, CO y H_2 incluidos en el gas de escape reaccionan con oxígeno que se libera del material de tipo OSC. En ese momento, los SOx se atrapan por el catalizador 70 principal mediante la reacción con oxígeno. Por consiguiente, el catalizador 70 principal puede atrapar eficazmente los SOx que se desorben del catalizador 32 secundario, en presencia de oxígeno que se había almacenado en el material de tipo OSC. Por tanto, aunque se desorba azufre del catalizador 32 secundario durante un periodo de detección en el que está detectándose la cantidad de aumento de temperatura del catalizador 32 secundario, pueden mantenerse las emisiones de escape a un nivel favorable.

Además, según la presente realización, cuando se enriquece la relación aire-combustible de escape mediante el control de regeneración de azufre, el valor de la relación aire-combustible y la duración del periodo de enriquecimiento se controlan apropiadamente teniendo el cuenta la capacidad de almacenamiento de oxígeno del material de tipo OSC, y se mantiene la relación aire-combustible de escape en el lado aguas abajo del catalizador 70 principal en la relación aire-combustible estequiométrica. La figura 8 es un diagrama de características que muestra la relación aire-combustible de escape en el lado aguas arriba y el lado aguas abajo del catalizador principal. Tal como se muestra en la figura 8, el valor de la relación aire-combustible y la duración del periodo de enriquecimiento se controlan de modo que la cantidad total de agente reductor que corresponde a una parte sobreenriquecida (la cantidad total de agente reductor que contribuye al enriquecimiento) no supera la cantidad de OSC del catalizador 70 principal (cantidad total de oxígeno almacenado en el material de tipo OSC). Este control se realiza como parte del control de realimentación de relación aire-combustible descrito anteriormente.

Realización 4

A continuación, se describe la realización 4 de la presente invención haciendo referencia a las figuras 9 a 11. Aunque la presente realización adopta la misma configuración del sistema (figura 1) que la realización 1, la configuración de la presente realización difiere de la realización 1 en el sentido de que la estimación de la cantidad de deposición de azufre se lleva a cabo en un estado operativo específico. Obsérvese que, según la presente realización, los componentes que son los mismos que en la realización 1 se indican mediante los mismos símbolos de referencia, y se omite una descripción de tales componentes.

[Características de la realización 4]

La figura 9 es un dibujo explicativo que ilustra la configuración de un sistema de escape según la realización 4 de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 9, una válvula 80 de adición de combustible y una bujía 82 incandescente (bujía de encendido) están previstas en un conducto 22 de escape. La válvula 80 de adición de combustible está constituida por una válvula electromagnética o similar que se controla por la ECU 50, y está dispuesta en el lado aguas arriba de un catalizador 32 secundario. La válvula 80 de adición de combustible añade combustible que sirve como agente reductor al gas de escape cuando se ejecuta el control de reducción de NOx o el control de regeneración de azufre descritos anteriormente. La bujía 82 incandescente está dispuesta en una posición que está en el lado aguas abajo de la válvula 80 de adición de combustible y el lado aguas arriba del catalizador 32 secundario, y está configurada de modo que calienta el gas de escape cuando se aplica una corriente a la misma desde la ECU 50. Por tanto, activando la bujía 82 incandescente, la ECU 50 puede estabilizar la temperatura del gas de escape que fluye hacia el catalizador 32 secundario y puede mantener la temperatura en un estado de referencia dado.

Además, según la presente realización, se adopta una configuración tal que, cuando el estado operativo del motor de combustión interna es uno cualquiera de un estado operativo de desaceleración, un estado operativo al ralentí y un estado inmediatamente antes de detenerse el funcionamiento del motor de combustión interna, se ejecuta el control de regeneración de azufre y se realiza el procesamiento descrito anteriormente para estimar la cantidad de deposición de azufre a la vez que está ejecutándose el control de regeneración de azufre. La figura 10 es un diagrama explicativo que ilustra un estado en el que se estima la cantidad de deposición de azufre durante una operación de desaceleración o una operación al ralentí. Durante la ejecución de una operación de desaceleración o una operación al ralentí, el estado operativo del motor de combustión interna es estable y los cambios en la velocidad de flujo y la temperatura del gas de escape son pequeños. Además, en un estado inmediatamente antes de que se detenga el motor de combustión interna, la velocidad de flujo y la temperatura del gas de escape están en

un estado estable. Por consiguiente, en estos estados operativos, por ejemplo, si se ejecuta el procesamiento para estimar la cantidad de deposición de azufre a la vez que se estabiliza la temperatura de gas de escape activando la bujía 82 incandescente, puede detectarse con precisión la cantidad de aumento de temperatura del catalizador 32 secundario en un estado en el que existen pocas alteraciones. De ese modo, es posible mejorar la precisión de estimación de la cantidad de deposición de azufre.

[Procesamiento específico para realizar la realización 4]

La figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra el control ejecutado por la ECU según la realización 4 de la presente invención. La rutina mostrada en la figura 11 se ejecuta repetidamente durante el funcionamiento del motor de combustión interna. Según esta rutina, en primer lugar, la ECU determina si el estado operativo del motor de combustión interna corresponde o no a uno cualquiera de un estado operativo de desaceleración, un estado operativo al ralentí o un estado inmediatamente antes de detenerse el funcionamiento del motor de combustión interna (etapa 200). Si el resultado determinado en la etapa 200 es negativo, la ECU finaliza el control actual. En cambio, si el resultado determinado en la etapa 200 es afirmativo, la ECU ejecuta el procesamiento de las etapas 202 a 216. El procesamiento en las etapas 202 a 216 es el mismo que el procesamiento en las etapas 102 a 116 de la realización 1 (figura 4). Por tanto, puede estimarse la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador 30 principal en un estado estable.

Obsérvese que, según las realizaciones anteriores, las etapas 100 y 102 en la figura 4 muestran ejemplos específicos de medios de control de regeneración según la reivindicación 1, y las etapas 200 y 202 en la figura 11 muestran ejemplos específicos de medios de control de regeneración según la reivindicación 5. Además, las etapas 112 y 212 en la figura 4 y la figura 11, respectivamente, muestran ejemplos específicos de medios de estimación de cantidad de deposición de azufre, las etapas 114 y 214 en la figura 4 y la figura 11, respectivamente, muestran ejemplos específicos de medios de cálculo de concentración de azufre, y las etapas 116 y 216 en la figura 4 y la figura 11, respectivamente, muestran ejemplos específicos de medios de corrección y medios de notificación.

En las realizaciones anteriores, se describen ejemplos en los que se aplica la presente invención al motor 10 de combustión interna que está constituido por un motor diésel. Sin embargo, la aplicación de la presente invención no se limita a un motor diésel, y la presente invención puede aplicarse ampliamente a varias clases de motores de combustión interna incluyendo motores de gasolina.

Además, la presente invención no se limita a realizar de manera individual las configuraciones descritas en las realizaciones 1 a 4. Por ejemplo, según la presente invención, también puede realizarse un sistema combinando de manera arbitraria dos, tres o cuatro de las configuraciones entre las configuraciones descritas en las realizaciones 1 a 4.

Descripción de los números de referencia

10 motor de combustión interna, 12 cilindro, 14 pistón, 16 cámara de combustión, 18 cigüeñal, 20 conducto de admisión, 22 conducto de escape, 24 medidor de flujo de aire, 26 válvula reguladora, 28 motor regulador, 30, 70 catalizador principal, 32, 60 catalizador secundario, 34 válvula de inyección de combustible, 38 válvula de admisión, 40 válvula de escape, 42 sensor de ángulo de cigüeñal, 44 sensor de temperatura de catalizador, 46, 48 sensor de relación aire-combustible, 50 ECU, 80 válvula de adición de combustible, 82 bujía incandescente

REIVINDICACIONES

1. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna, que comprende:

un catalizador (30, 70) principal que está previsto en un conducto (22) de escape del motor (10) de combustión interna, y comprende o bien un catalizador de NOx que almacena los NOx contenidos en un gas de escape o bien un catalizador de trampa de azufre que atrapa los SOx contenidos en un gas de escape;

un catalizador (32, 60) secundario que está previsto en el conducto (22) de escape en el lado aguas arriba del catalizador (30, 70) principal, y que comprende un agente de almacenamiento que almacena los SOx contenidos en un gas de escape;

medios (44) de detección de temperatura de catalizador que detectan la temperatura de catalizador que es la temperatura del catalizador (32, 60) secundario o la temperatura de un gas de escape que pasa a través del catalizador (32, 60) secundario, en el lado aguas arriba del catalizador (30, 70) principal; y

medios de control de regeneración que realizan al menos el control de regeneración de azufre para desorber los SOx que se almacenan en el catalizador (32, 60) secundario;

caracterizado por comprender además medios de estimación de cantidad de deposición de azufre que calculan la cantidad de aumento de la temperatura de catalizador durante la ejecución del control de regeneración de azufre, y estiman la cantidad de deposición de azufre sobre el catalizador (30, 70) principal basándose en la cantidad de aumento de temperatura.

2. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según la reivindicación 1, en el que el catalizador (32, 60) secundario se forma para que tener una capacidad calorífica menor que el catalizador (30, 70) principal.

3. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según la reivindicación 1 ó 2, en el que el catalizador (60) secundario se forma usando un material que tiene una basicidad menor que el catalizador (30, 70) principal.

4. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el catalizador (70) principal comprende un material de tipo OSC que tiene capacidad de almacenamiento de oxígeno.

5. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que:

los medios de control de regeneración ejecutan el control de regeneración de azufre en un caso en el que el estado operativo del motor (10) de combustión interna es un estado operativo de desaceleración, un estado operativo al ralentí o un estado inmediatamente antes de detenerse el funcionamiento; y

los medios de estimación de cantidad de deposición de azufre están configurados para estimar la cantidad de deposición de azufre durante el control de regeneración de azufre.

6. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además medios de cálculo de concentración de azufre que, cuando se ejecuta el control de regeneración de azufre repetidamente a intervalos, calculan la concentración de azufre en un combustible basándose en la cantidad de consumo de combustible y la cantidad de consumo de aceite durante el intervalo y un valor estimado de la cantidad de deposición de azufre.

7. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según la reivindicación 6, que comprende además medios de corrección que corrigen la cantidad de flujo de entrada de azufre que fluye hacia el catalizador (30, 70) principal basándose en la concentración de azufre en el combustible.

8. Aparato de control para un motor (10) de combustión interna según la reivindicación 6 ó 7, que comprende además medios de notificación que, cuando la concentración de azufre en el combustible es mayor que un valor de referencia, notifican que la concentración de azufre es alta.

Fig. 1

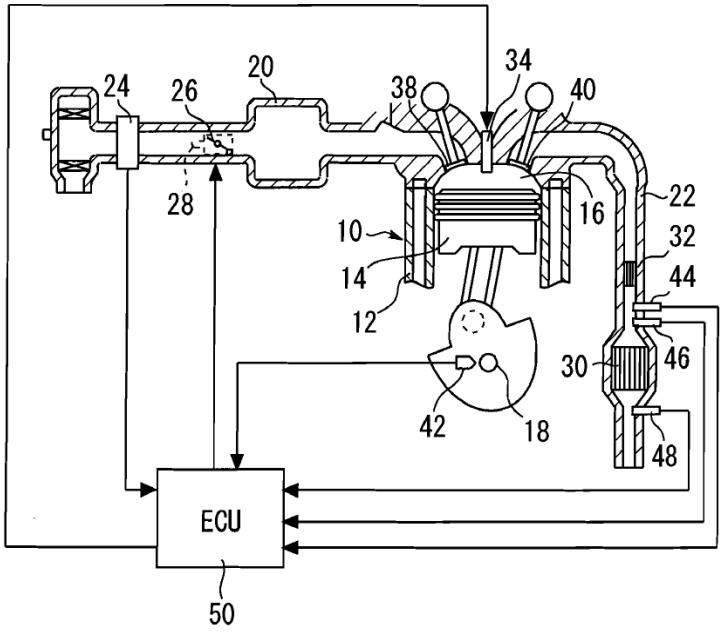


Fig. 2

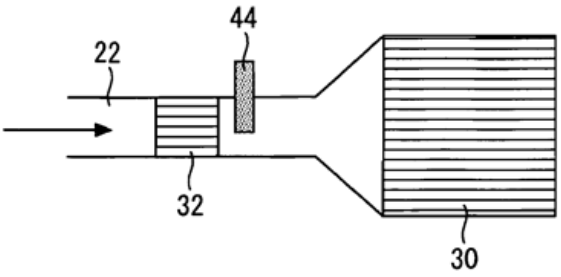

44
22
32
30

Fig. 3

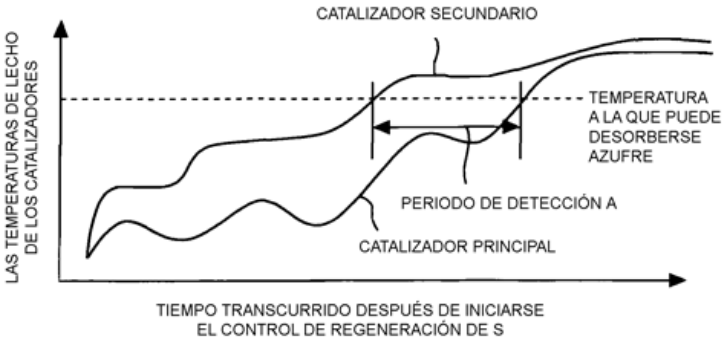

CATALIZADOR SECUNDARIO
LAS TEMPERATURAS DE LECHO DE LOS CATALIZADORES
TEMPERATURA A LA QUE PUEDE DESORBERSE AZUFRE
PERIODO DE DETECCIÓN A
CATALIZADOR PRINCIPAL
TIEMPO TRANSCURRIDO DESPUÉS DE INICIARSE EL CONTROL DE REGENERACIÓN DE S

Fig. 4

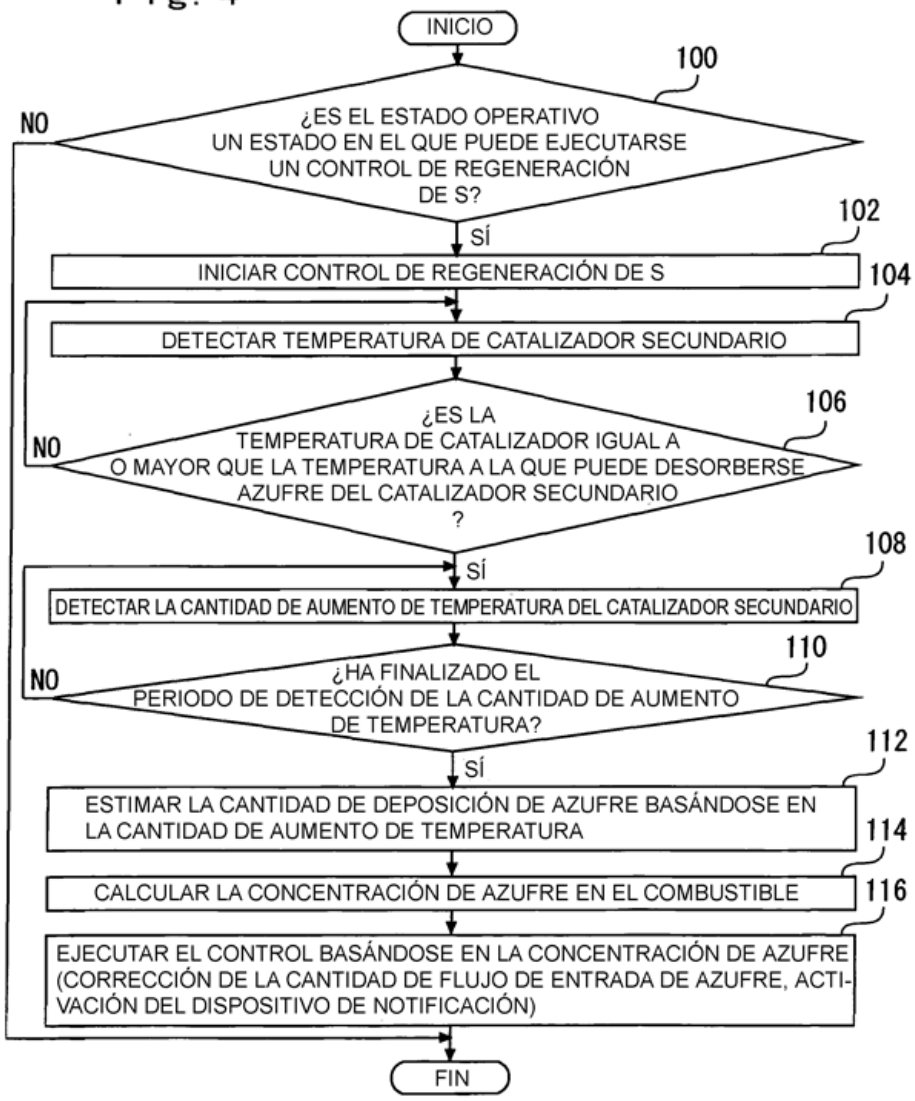

INICIO
100
¿ES EL ESTADO OPERATIVO UN ESTADO EN EL QUE PUEDE EJECUTARSE UN CONTROL DE REGENERACIÓN DE S?
NO
SÍ
102
INICIAR CONTROL DE REGENERACIÓN DE S
104
DETECTAR TEMPERATURA DE CATALIZADOR SECUNDARIO
106
¿ES LA TEMPERATURA DE CATALIZADOR IGUAL A O MAYOR QUE LA TEMPERATURA A LA QUE PUEDE DESORBERSE AZUFRE DEL CATALIZADOR SECUNDARIO ?
NO
SÍ
108
DETECTAR LA CANTIDAD DE AUMENTO DE TEMPERATURA DEL CATALIZADOR SECUNDARIO
110
¿HA FINALIZADO EL PERIODO DE DETECCIÓN DE LA CANTIDAD DE AUMENTO DE TEMPERATURA?
NO
SÍ
112
ESTIMAR LA CANTIDAD DE DEPOSICIÓN DE AZUFRE BASÁNDOSE EN LA CANTIDAD DE AUMENTO DE TEMPERATURA
114
CALCULAR LA CONCENTRACIÓN DE AZUFRE EN EL COMBUSTIBLE
116
EJECUTAR EL CONTROL BASÁNDOSE EN LA CONCENTRACIÓN DE AZUFRE (CORRECCIÓN DE LA CANTIDAD DE FLUJO DE ENTRADA DE AZUFRE, ACTIVACIÓN DEL DISPOSITIVO DE NOTIFICACIÓN)
FIN

Fig. 5

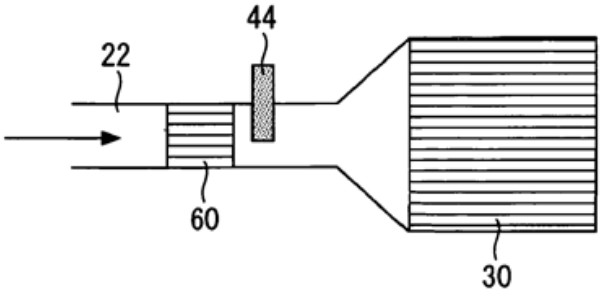

44
22
60
30

Fig. 6

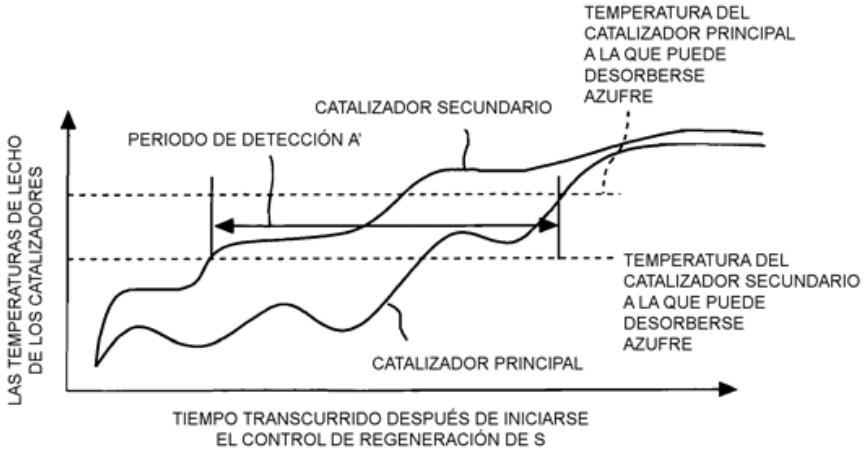

TEMPERATURA DEL CATALIZADOR PRINCIPAL A LA QUE PUEDE DESORBERSE AZUFRE
CATALIZADOR SECUNDARIO
PERIODO DE DETECCIÓN A'
LAS TEMPERATURAS DE LECHO DE LOS CATALIZADORES
TEMPERATURA DEL CATALIZADOR SECUNDARIO A LA QUE PUEDE DESORBERSE AZUFRE
CATALIZADOR PRINCIPAL
TIEMPO TRANSCURRIDO DESPUÉS DE INICIARSE EL CONTROL DE REGENERACIÓN DE S

Fig. 7

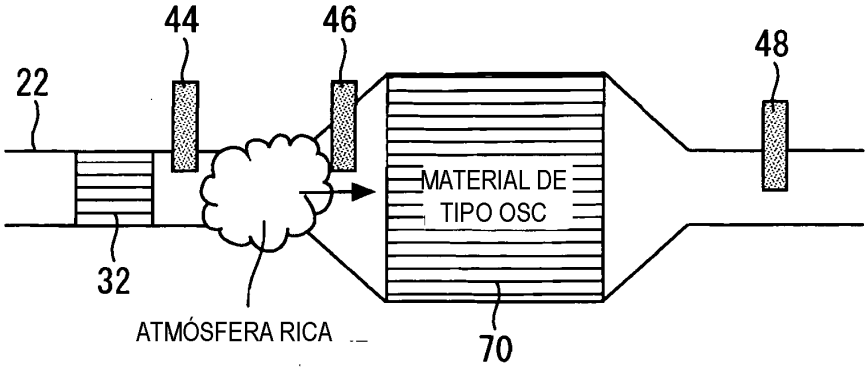

44
46
48
22
MATERIAL DE
TIPO OSC
32
ATMÓSFERA RICA
70

Fig. 8

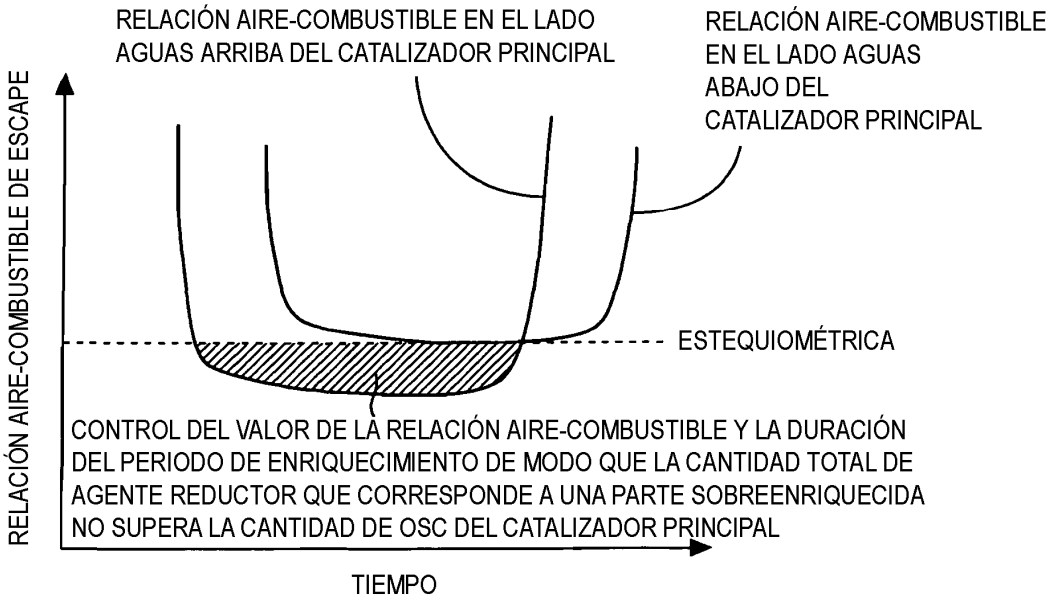

RELACIÓN AIRE-COMBUSTIBLE EN EL LADO
AGUAS ARRIBA DEL CATALIZADOR PRINCIPAL
RELACIÓN AIRE-COMBUSTIBLE
EN EL LADO AGUAS
ABAJO DEL
CATALIZADOR PRINCIPAL
RELACIÓN AIRE-COMBUSTIBLE DE ESCAPE
ESTEQUIOMÉTRICA
CONTROL DEL VALOR DE LA RELACIÓN AIRE-COMBUSTIBLE Y LA DURACIÓN
DEL PERIODO DE ENRIQUECIMIENTO DE MODO QUE LA CANTIDAD TOTAL DE
AGENTE REDUCTOR QUE CORRESPONDE A UNA PARTE SOBREENRIQUECIDA
NO SUPERA LA CANTIDAD DE OSC DEL CATALIZADOR PRINCIPAL
TIEMPO

Fig. 9

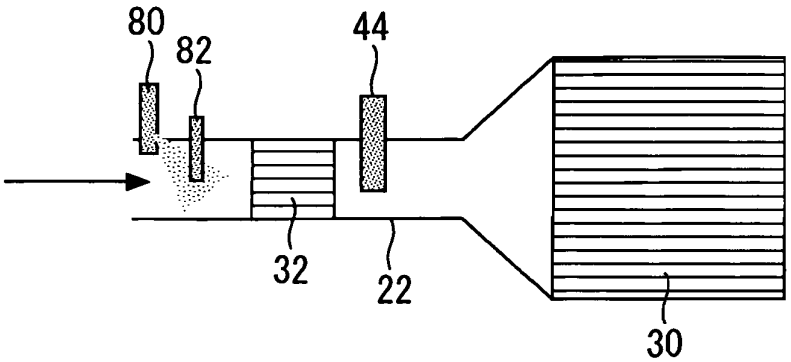

80
82
44
32
22
30

Fig. 10

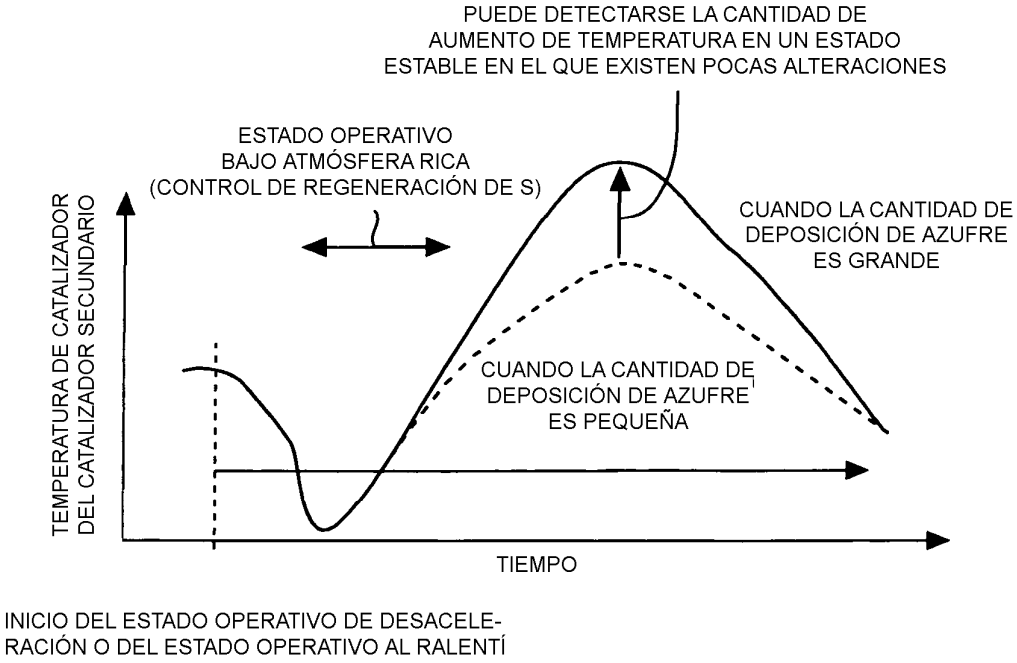
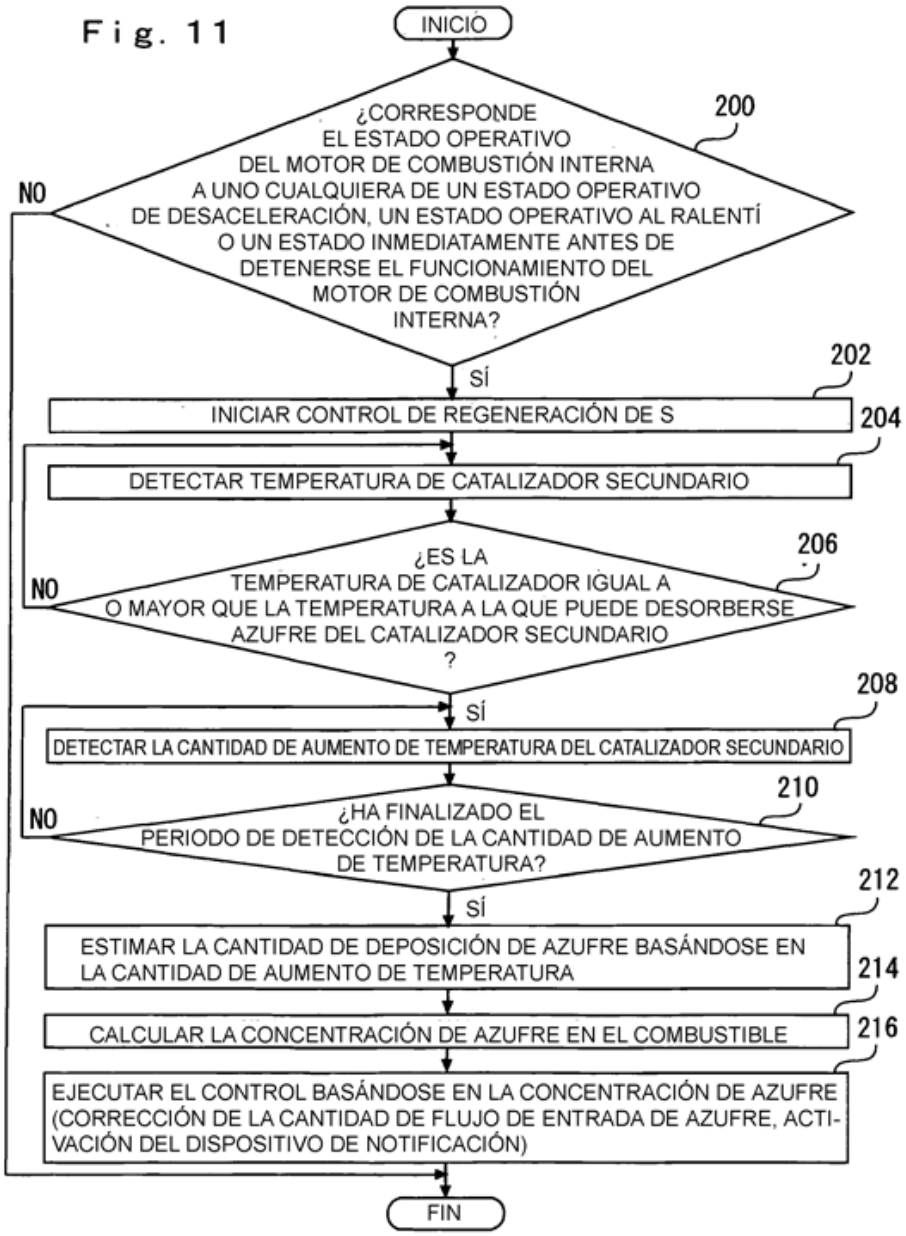

PUEDE DETECTARSE LA CANTIDAD DE AUMENTO DE TEMPERATURA EN UN ESTADO ESTABLE EN EL QUE EXISTEN POCAS ALTERACIONES
ESTADO OPERATIVO BAJO ATMÓSFERA RICA (CONTROL DE REGENERACIÓN DE S)
CUANDO LA CANTIDAD DE DEPOSICIÓN DE AZUFRE ES GRANDE
CUANDO LA CANTIDAD DE DEPOSICIÓN DE AZUFRE ES PEQUEÑA
TEMPERATURA DE CATALIZADOR DEL CATALIZADOR SECUNDARIO
TIEMPO
INICIO DEL ESTADO OPERATIVO DE DESACELERACIÓN O DEL ESTADO OPERATIVO AL RALENTÍ

Fig. 11


INICIO
¿CORRESPONDE EL ESTADO OPERATIVO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A UNO CUALQUIERA DE UN ESTADO OPERATIVO DE DESACELERACIÓN, UN ESTADO OPERATIVO AL RALENTÍ O UN ESTADO INMEDIATAMENTE ANTES DE DETENERSE EL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA?
200
NO
SÍ
INICIAR CONTROL DE REGENERACIÓN DE S
202
DETECTAR TEMPERATURA DE CATALIZADOR SECUNDARIO
204
¿ES LA TEMPERATURA DE CATALIZADOR IGUAL A O MAYOR QUE LA TEMPERATURA A LA QUE PUEDE DESORBERSE AZUFRE DEL CATALIZADOR SECUNDARIO ?
206
NO
SÍ
DETECTAR LA CANTIDAD DE AUMENTO DE TEMPERATURA DEL CATALIZADOR SECUNDARIO
208
¿HA FINALIZADO EL PERIODO DE DETECCIÓN DE LA CANTIDAD DE AUMENTO DE TEMPERATURA?
210
NO
SÍ
ESTIMAR LA CANTIDAD DE DEPOSICIÓN DE AZUFRE BASÁNDOSE EN LA CANTIDAD DE AUMENTO DE TEMPERATURA
212
CALCULAR LA CONCENTRACIÓN DE AZUFRE EN EL COMBUSTIBLE
214
EJECUTAR EL CONTROL BASÁNDOSE EN LA CONCENTRACIÓN DE AZUFRE (CORRECCIÓN DE LA CANTIDAD DE FLUJO DE ENTRADA DE AZUFRE, ACTIVACIÓN DEL DISPOSITIVO DE NOTIFICACIÓN)
216
FIN