

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 757 537**

51 Int. Cl.:

F01N 3/08 (2006.01)
F01N 3/20 (2006.01)
F01N 3/36 (2006.01)
F01N 9/00 (2006.01)
F01N 11/00 (2006.01)
F01N 13/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2017 E 17201122 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 3321482**

54 Título: **Aparato de control de gas de escape para motor de combustión interna y método de control para aparato de control de gas de escape**

30 Prioridad:

10.11.2016 JP 2016219975

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

29.04.2020

73 Titular/es:

**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (50.0%)
1, Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi, 471-8571, JP y
THE DOSHISHA (50.0%)**

72 Inventor/es:

**UMEMOTO, KAZUHIRO;
MORI, TOSHIHIRO;
NISHIOKA, HIROMASA;
SENDA, JIRO y
MATSUMURA, ERIKO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 757 537 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).

DESCRIPCIÓN

Aparato de control de gas de escape para motor de combustión interna y método de control para aparato de control de gas de escape

Antecedentes de la invención

5 1. Campo de la invención

La invención se refiere a un aparato de control de gas de escape para un motor de combustión interna, y a un método de control para el aparato de control de gas de escape.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 Se describe en la publicación de solicitud de patente japonesa No. 2006-214337 (JP 2006-214337 A) que un conducto de escape de un motor de combustión interna está provisto de un catalizador de reducción de NOx, y que los NOx se reducen en el catalizador de reducción de NOx suministrando un agente de reducción al catalizador de reducción de NOx. En la publicación de solicitud de patente japonesa No. 2006-214337 (JP 2006-214337 A), se suministra combustible, como agente de reducción, a un catalizador de reducción y almacenamiento de NOx.

15 Cuando la temperatura del gas de escape en un tubo de escape es baja y la energía del gas de escape es baja, el agente de reducción suministrado dentro del tubo de escape se suministra en un estado líquido al catalizador de reducción de NOx. En la publicación de solicitud de patente japonesa No. 2006-214337 (JP 2006-214337 A), se introduce combustible a alta temperatura presurizado mediante una bomba de alta presión dentro del tubo de escape, de modo que el combustible se gasifica en una primera etapa mediante el fenómeno de ebullición a presión reducida. Se describe que el rendimiento de reducción de NOx se puede mejorar de este modo.

20 El documento DE 10 2011 018453 A1 describe un sistema y método de estimación de la temperatura del componente y escape.

El documento CN 202 789 025 U describe un sistema de inyección de urea para reducir la emisión de óxido de nitrógeno (NOx) de un motor.

El documento US 8 206 470 B1 describe un método de reducción de la emisión de combustión.

25 **Sumario de la invención**

El inventor de la presente solicitud ha encontrado, como resultado de arduos estudios, que el NOx se puede reducir más efectivamente suministrando el agente de reducción en un estado mixto gas-líquido al catalizador de reducción de NOx en lugar de suministrar el agente de reducción en un estado líquido o estado gaseoso al mismo. Se considera que este fenómeno está basado en un mecanismo que se describirá a continuación.

30 Cuando el agente de reducción gasificado en el tubo de escape fluye dentro del catalizador de reducción de NOx, se suministran componentes de reducción a todo el catalizador. En particular, en el caso en el que el catalizador de reducción de NOx es un catalizador de reducción y almacenamiento de NOx, el agente de reducción gasificado se usa principalmente para elevar la temperatura del catalizador mediante una reacción con el oxígeno que se ha adherido al catalizador. Por otra parte, el agente de reducción en un estado de gotas puede mejorar localmente la concentración de los componentes de reducción en el catalizador. Por lo tanto, el oxígeno en el catalizador se retira mediante el agente de reducción gasificado, y la concentración de los componentes de reducción en el catalizador se mejora localmente mediante el agente de reducción en un estado de gotas. De este modo, la reacción de reducción de NOx en el catalizador de reducción y almacenamiento de NOx se puede acelerar. Además, en el caso en el que el catalizador de reducción de NOx es un catalizador de reducción catalítica selectiva de NOx (un catalizador de SCR) también, la reacción de reducción de NOx en el catalizador de SCR se puede acelerar mejorando localmente la concentración de amoniaco en el catalizador suministrando agua de urea en un estado de gotas al catalizador mientras se suministra amoniaco gaseoso producido por medio de la hidrólisis de agua de urea como agente de reducción a todo el catalizador.

45 La invención proporciona un aparato de control de gas de escape para un motor de combustión interna y un método de control para el aparato de control de gas de escape que hace posible suministrar un agente de reducción en un estado mixto gas-líquido a un catalizador de reducción de NOx cuando la energía del gas de escape en un conducto de escape es baja.

50 Un primer aspecto de la invención es un aparato de control de gas de escape para un motor de combustión interna. El aparato de control de gas de escape incluye un catalizador de reducción de NOx, un depósito de agente de reducción, un dispositivo de suministro de agente de reducción, un elevador de presión, un calentador, y una unidad de control electrónico. El catalizador de reducción de NOx está dispuesto en un conducto de escape del motor de combustión interna. El depósito de agente de reducción almacena un agente de reducción. El dispositivo de suministro de agente de reducción se configura para suministrar el agente de reducción al conducto de escape aguas arriba del catalizador de reducción de NOx en una dirección de flujo del gas de escape. El elevador de

presión se configura para elevar la presión del agente de reducción suministrado al dispositivo de suministro de agente de reducción del depósito de agente de reducción a una presión mayor que la presión en el conducto de escape. El calentador se configura para calentar el agente de reducción suministrado al dispositivo de suministro de agente de reducción del depósito de agente de reducción. La unidad de control electrónico se configura para controlar la temperatura del agente de reducción mediante el calentador. La unidad de control electrónico se configura para estimar la energía del gas de escape en el conducto de escape. La unidad de control electrónico se configura para realizar el control de elevar la temperatura del agente de reducción hasta una primera temperatura objetivo tal que el agente de reducción suministrado por el dispositivo de suministro de agente de reducción se lleva a un estado mixto gas-líquido en el conducto de escape, tal que el agente de reducción es simultáneamente líquido y gaseoso, cuando la energía del gas de escape es menor que un primer umbral.

En el aparato de control de gas de escape, la unidad de control electrónico se puede configurar para ejecutar una de detectar y estimar la temperatura del gas de escape en el conducto de escape. La unidad de control electrónico se puede configurar para estimar la energía del gas de escape en el conducto de escape basado en la temperatura del gas de escape.

En el aparato de control de gas de escape, la unidad de control electrónico se puede configurar para estimar el caudal de gas de escape en el conducto de escape. La unidad de control electrónico se puede configurar para estimar la energía del gas de escape en el conducto de escape basado en la temperatura del gas de escape y el caudal del gas de escape.

En el aparato de control de gas de escape, la unidad de control electrónico se puede configurar para elevar la temperatura del agente de reducción hasta una segunda temperatura objetivo cuando la energía del gas de escape es igual o mayor que el primer umbral y menor que el segundo umbral. La segunda temperatura objetivo puede ser menor que la primera temperatura objetivo.

En el aparato de control de gas de escape, la unidad de control electrónico se puede configurar para elevar la temperatura del agente de reducción hasta la primera temperatura objetivo elevando gradualmente la temperatura del agente de reducción.

En el aparato de control de gas de escape, la unidad de control electrónico se puede configurar para controlar el suministro del agente de reducción mediante el dispositivo de suministro de agente de reducción. Cuando la energía del gas de escape se vuelve igual o mayor que el primer umbral después de que la temperatura del agente de reducción se eleva a la primera temperatura objetivo, la unidad de control electrónico se puede configurar para suministrar el agente de reducción a la primera temperatura objetivo al conducto de escape y suministrar el agente de reducción por debajo de la primera temperatura objetivo al conducto de escape.

En el aparato de control de gas de escape, la unidad de control electrónico se puede configurar para ejecutar una de detectar y estimar una presión atmosférica. La unidad de control electrónico se puede configurar para establecer por lo menos uno de la primera temperatura objetivo y el primer umbral inferior cuando la presión atmosférica es relativamente baja que cuando la presión atmosférica es relativamente alta.

Un segundo aspecto de la invención es un método de control para un aparato de control de gas de escape. El aparato de control de gas de escape se proporciona en un motor de combustión interna. El aparato de control de gas de escape incluye un catalizador de reducción de NOx, un depósito de agente de reducción, un dispositivo de suministro de agente de reducción, un elevador de presión, un calentador, y una unidad de control electrónico. El catalizador de reducción de NOx se dispone en un conducto de escape del motor de combustión interna. El depósito de agente de reducción almacena un agente de reducción. El dispositivo de suministro de agente de reducción se configura para suministrar el agente de reducción al conducto de escape aguas arriba del catalizador de reducción de NOx en la dirección de flujo del gas de escape. El elevador de presión se configura para elevar la presión del agente de reducción suministrado al dispositivo de suministro de agente de reducción del depósito de agente de reducción a una presión más alta que la presión en el conducto de escape. El calentador se configura para calentar el agente de reducción suministrado al dispositivo de suministro de agente de reducción del depósito de agente de reducción. El método de control incluye: controlar una temperatura del agente de reducción mediante el calentador; estimar la energía del gas de escape en el conducto de escape mediante la unidad de control electrónico; y elevar, mediante la unidad de control electrónico, la temperatura del agente de reducción hasta una primera temperatura objetivo tal que el agente de reducción suministrado por el dispositivo de suministro de agente de reducción se lleva a un estado mixto gas-líquido en el conducto de escape tal que el agente de reducción es simultáneamente líquido y gaseoso, cuando la energía del gas de escape es menor que un primer umbral.

Según la configuración mencionada anteriormente, se proporciona el aparato de control de gas de escape para el motor de combustión interna que puede suministrar el agente de reducción en un estado mixto gas-líquido al catalizador de reducción de NOx cuando la energía del gas de escape en el conducto de escape es baja.

Breve descripción de los dibujos

Las características, ventajas y significado técnico e industrial de las realizaciones ejemplares de la invención se describirán a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que números idénticos denotan elementos

idénticos, y en los que:

La FIG.1 es una vista que muestra esquemáticamente un motor de combustión interna que está provisto de un aparato de control de gas de escape para el motor de combustión interna según la primera realización de la invención;

- 5 La FIG. 2A es una vista esquemática de una sección transversal de una región superficial de un soporte de catalizador de un catalizador de NSR;

La FIG. 2B es una vista esquemática de una sección transversal de una región superficial del soporte de catalizador del catalizador de NSR;

La FIG. 3 es una vista que muestra una curva de presión de vapor de combustible ligero;

- 10 La FIG. 4 es un diagrama de tiempo de una velocidad rotacional de un motor y similares al suministrar combustible dentro de un tubo de escape;

La FIG. 5 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de un procedimiento de suministro de agente de reducción en la primera realización de la invención;

- 15 La FIG. 6 es un mapa que muestra como la velocidad rotacional del motor y una cantidad de combustible inyectado de las válvulas de inyección de combustible están relacionadas con una cantidad de NOx que llega al catalizador de NSR;

La FIG. 7 es un mapa que muestra como la velocidad rotacional del motor y la cantidad de combustible inyectado de las válvulas de inyección de combustible están relacionadas con una temperatura del gas de escape en un conducto de escape;

- 20 La FIG. 8 es un mapa que muestra como la temperatura del gas de escape en el conducto de escape y un caudal del gas de escape están relacionados con la energía del gas de escape en el conducto de escape;

La FIG. 9 es un diagrama de tiempo de la velocidad rotacional del motor y similares al suministrar combustible dentro del tubo de escape;

- 25 La FIG. 10 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de un procedimiento de suministro de agente de reducción en la segunda realización de la invención;

La FIG. 11 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de un procedimiento de suministro de agente de reducción en la tercera realización de la invención; y

La FIG. 12 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de un procedimiento de suministro de agente de reducción en la cuarta realización de la invención.

30 **Descripción detallada de realizaciones**

Las realizaciones de la invención se describirán de aquí en adelante en detalle con referencia a los dibujos. Incidentalmente, en la siguiente descripción, los mismos componentes se denotarán mediante los mismos números de referencia.

La primera realización de la invención se describirá de aquí en adelante con referencia a las FIGS. 1 a 8.

- 35 La FIG. 1 es una vista esquemática que muestra un motor de combustión interna que está provisto de un aparato de control de gas de escape para el motor de combustión interna según la primera realización de la invención. Un motor 1 de combustión interna mostrado en la FIG. 1 es un motor de combustión interna de autoignición por compresión (un motor diésel). El motor 1 de combustión interna está montado, por ejemplo, en un vehículo.

- 40 Con referencia a la FIG. 1, un cuerpo del motor se denota por 10, las cámaras de combustión de los cilindros respectivos se denotan por 2, las válvulas de inyección de combustible controladas electrónicamente que inyectan combustible dentro de las cámaras 2 de combustión respectivamente se denotan por 3, un distribuidor de entrada se denota por 4, y un distribuidor de salida se denota por 5. El distribuidor 4 de entrada está acoplado a una salida de un compresor 7a de un turbocompresor (un sobrealimentador) 7 vía un tubo 6 de entrada. Una entrada del compresor 7a está acoplada a un filtro 8 de aire vía el tubo 6 de entrada. Una válvula 9 del acelerador que es impulsada por un motor de pasos está dispuesta en el tubo 6 de entrada. Además, un dispositivo 13 de enfriamiento para enfriar el aire de entrada que fluye a través del tubo 6 de entrada está dispuesto alrededor del tubo 6 de entrada. En el motor 1 de combustión interna mostrado en la FIG. 1, se introduce refrigerante de motor en el dispositivo 13 de enfriamiento, y se enfría aire de entrada mediante el refrigerante del motor. El distribuidor 4 de entrada y el tubo 6 de entrada forman un conducto de entrada a través del que se introduce aire dentro de las
- 45
- 50

- Por otra parte, el distribuidor 5 de escape está acoplado a una entrada de una turbina 7b del turbocompresor 7 vía un tubo 27 de escape. Una salida de la turbina 7b está acoplada a un catalizador 28 de reducción de almacenamiento de NOx vía un tubo 27 de escape. El catalizador 28 de reducción de almacenamiento de NOx está acoplado a un filtro 29 de partículas diésel (un DPF) vía el tubo 27 de escape. El distribuidor 5 de escape y el tubo 27 de escape forman un conducto de escape a través del que se descarga el gas de escape generado por la combustión de la mezcla aire-combustible en las cámaras 2 de combustión. El DPF 29 recoge materias en partículas (PM) en el gas de escape, y quema las PM recogidas para purificar el gas de escape. Incidentalmente, el catalizador 28 de reducción de almacenamiento de NOx se describirá después.
- El distribuidor 5 de escape y el distribuidor 4 de entrada están acoplados entre sí vía el conducto 14 de recirculación de gas de escape (EGR). Una válvula 15 de control del EGR electrónicamente controlada está dispuesta en el conducto 14 de EGR. Además, un dispositivo 20 de enfriamiento del EGR para enfriar el gas del EGR que fluye a través del conducto 14 de EGR está dispuesto alrededor del conducto 14 del EGR. En el motor 1 de combustión interna mostrado en la FIG. 1, se introduce refrigerante de motor dentro del dispositivo 20 de enfriamiento del EGR, y el gas del EGR se enfría mediante el refrigerante del motor.
- Se suministra combustible dentro de un colector común 18 de un depósito 31 de combustible vía una estructura 32 de conducción de combustible mediante una bomba 30 de combustible. La bomba de combustible 30 bombea el combustible en el depósito 31 de combustible, y eleva la presión del combustible. El combustible a alta presión suministrado al colector común 18 se suministra a las válvulas 3 de inyección de combustible vía los tubos 17 de suministro de combustible respectivamente. Las válvulas 3 de inyección de combustible inyectan combustible dentro de las cámaras 2 de combustión respectivamente.
- Varios tipos de control del motor 1 de combustión interna se realizan mediante una unidad 80 de control electrónico (una ECU). La ECU 80 se configura como un ordenador digital. La ECU 80 está equipada con una memoria solo de lectura (una ROM) 82, una memoria de acceso aleatorio (una RAM) 83, un microprocesador (una CPU) 84, un puerto 85 de entrada, y un puerto 86 de salida, que están conectados entre sí por un bus 81 bidireccional. Las salidas de un sensor 101 de carga y un medidor 102 de flujo de aire se introducen en el puerto 85 de entrada vía los correspondientes convertidores AD 87 respectivamente.
- El sensor 101 de carga genera un voltaje de salida proporcional a una cantidad de depresión de un pedal 120 de acelerador. Por consiguiente, el sensor 101 de carga detecta una carga del motor. El medidor 102 de caudal de aire está dispuesto entre el filtro 8 de aire y el compresor 7a en el conducto de entrada, y detecta el caudal de aire que fluye a través del tubo 6 de entrada. Además, un sensor 108 de ángulo del cigüeñal que genera un pulso de salida cada vez que rota el cigüeñal, por ejemplo, 15° está conectado al puerto 85 de entrada. Una velocidad rotacional del motor se detecta por el sensor 108 de ángulo del cigüeñal.
- Por otra parte, el puerto 86 de salida está conectado a las válvulas 3 de inyección de combustible, un motor de pasos para mover la válvula del acelerador, la válvula 15 de control del EGR, y la bomba 30 de combustible vía los correspondientes circuitos 88 de control respectivamente.
- El motor 1 de combustión interna puede ser un motor de combustión interna de ignición por chispa que tiene bugías de ignición dispuestas en las cámaras de combustión, especialmente un motor de gasolina que quema mezcla pobre de aire-combustible (combustión pobre). La configuración concreta del motor 1 de combustión interna tal como la disposición de los cilindros, la configuración de los sistemas de entrada y salida, y la presencia/ausencia de un sobrealimentador puede ser diferente de la configuración mostrada en la FIG. 1.
- La configuración del aparato de control de gas de escape para el motor 1 de combustión interna según la primera realización de la invención se describirá de aquí en adelante. El aparato de control de gas de escape para el motor 1 de combustión interna está equipado con un catalizador de reducción de NOx que está dispuesto en un conducto de escape del motor 1 de combustión interna. En la presente realización de la invención, el catalizador de reducción y almacenamiento de NOx (de aquí en adelante denominado "un catalizador de NSR") 28 es un ejemplo del catalizador de reducción de NOx. El catalizador 28 de NSR está dispuesto en el tubo 27 de escape entre la turbina 7b del turbocompresor 7 y el DPF 29, en el conducto de escape del motor 1 de combustión interna. El catalizador 28 de NSR se puede disponer aguas abajo del DPF 29 en la dirección de flujo del gas de escape. Además, el catalizador 28 de NSR puede ser parte integral del DPF 29.
- La configuración y funcionamiento del catalizador 28 de NSR se describirá brevemente de aquí en adelante con referencia a las FIGS. 2A y 2B. Cada una de las FIGS. 2A y 2B es una vista esquemática de una sección transversal de una región superficial de un soporte 28a de catalizador del catalizador 28 de NSR. El catalizador 28 de NSR incluye el soporte 28a del catalizador, un metal noble 28b, y una sustancia 28c de almacenamiento. El metal 28b noble y la sustancia 28c de almacenamiento están soportados en el soporte 28a del catalizador.
- El soporte 28a del catalizador es, por ejemplo, alúmina (Al_2O_3). El metal 28b noble es, por ejemplo, platino (Pt). La sustancia 28c de almacenamiento es, por ejemplo, por lo menos un metal alcalino tal como potasio (K), sodio (Na), litio (Li) o cesio (Cs), un metal alcalinotérreo tal como bario (Ba), o calcio (Ca), y una tierra rara tal como lantano (La) o itrio (Y).

Como se muestra en la FIG. 2A, en el catalizador 28 de NSR, cuando la concentración de oxígeno en el gas de escape es alta, a saber, cuando la relación aire-combustible es más pobre que una relación aire-combustible teórica, los componentes de óxido de nitrógeno (NO) contenidos en el gas de escape se oxidan sobre el metal 28b noble, y son almacenados por la sustancia 28c de almacenamiento como NOx. Por otra parte, como se muestra en la FIG. 2B, en el catalizador 28 de NSR, cuando la concentración de oxígeno en el gas de escape es baja, a saber, cuando la relación aire-combustible del gas de escape es más rica que la relación aire-combustible teórica, los NOx almacenados por la sustancia 28c de almacenamiento se descargan. Los NOx descargados se reducen sobre el metal 28b noble mediante componentes de reducción tales como hidrógeno (H₂), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y similares en el gas de escape. Por consiguiente, el catalizador 28 de NSR puede reducir los NOx en gas de escape mediante la repetición de los estados de las FIGS. 2A y 2B.

El aparato de control de gas de escape para el motor 1 de combustión interna está equipado adicionalmente con un depósito de agente de reducción, un dispositivo 35 de suministro de agente de reducción, un elevador de presión, y un calentador 34. En la presente realización de la invención, se usa combustible como un agente de reducción. El depósito 31 de combustible es un ejemplo de depósito de agente de reducción. El combustible es, por ejemplo, combustible ligero.

En la presente realización de la invención, una estructura 33 de conducción del combustible de fuga está acoplada a las respectivas válvulas 3 de inyección. El combustible que se ha suministrado a las respectivas válvulas 3 de inyección desde el colector común 18 y que no ha sido inyectado dentro de las cámaras 2 de combustión se suministra, como agente de reducción, al dispositivo 35 de suministro de agente de reducción vía la estructura 33 de conducción de suministro de combustible de fuga. El dispositivo 35 de suministro de agente de reducción está fijado al tubo 27 de escape de tal manera que suministra el agente de reducción al conducto de escape aguas arriba del catalizador 28 de NSR en la dirección de flujo del gas de escape. En términos concretos, el dispositivo 35 de suministro de agente de reducción suministra el agente de reducción dentro del tubo 27 de escape entre la turbina 7b del turbocompresor 7 y el catalizador 28 de NSR. De este modo, el dispositivo 35 de suministro de agente de reducción suministra el agente de reducción al catalizador 28 de NSR vía el tubo 27 de escape.

El dispositivo 35 de suministro de agente de reducción es, por ejemplo, una válvula de inyección controlada electrónicamente que es similar a las válvulas 3 de inyección de combustible. El dispositivo 35 de suministro de agente de reducción está conectado al puerto 86 de salida de la ECU 80 vía el correspondiente circuito 88 de control. La ECU 80 controla el momento del suministro del agente de reducción del dispositivo 35 de suministro de agente de reducción, y la cantidad del agente de reducción suministrado del dispositivo 35 de suministro de agente de reducción.

El elevador de presión eleva la presión del agente de reducción suministrado al dispositivo 35 de suministro de agente de reducción del depósito 31 de combustible a una presión más alta que la presión en el conducto de escape. En la presente realización de la invención, la bomba 30 de combustible es un ejemplo del elevador de presión. La bomba 30 de combustible eleva la presión del combustible suministrado al dispositivo 35 de suministro de agente de reducción vía la estructura 33 de conducción de combustible de fuga a una presión (por ejemplo, 1.0 Mpa) más alta que la presión en el tubo 27 de escape (aproximadamente una presión atmosférica (101.33 kPa)).

El calentador 34 está dispuesto en la estructura 33 de conducción de combustible de fuga, y calienta el agente de reducción suministrado al dispositivo 35 de suministro de agente de reducción del depósito 31 de combustible. El calentador 34 se fija a la estructura 33 de conducción de combustible de fuga, por ejemplo, de tal manera que rodea una periferia exterior de la estructura 33 de conducción de combustible de fuga. Incidentalmente, el calentador 34 puede estar incrustado en la estructura 33 de conducción de combustible de fuga.

El calentador 34 es, por ejemplo, un generador de calor que genera calor por energización. El calentador 34 está conectado al puerto 86 de salida de la ECU 80 vía el correspondiente circuito 88 de control. La ECU 80 controla la cantidad de energización del calentador 34, y por consiguiente controla la temperatura del agente de reducción en la estructura 33 de conducción de combustible de fuga.

El combustible suministrado a las válvulas 3 de inyección se puede suministrar al colector común 18 mediante una bomba en el depósito que está dispuesta en el depósito 31 de combustible, en lugar de ser suministrado al colector común 18 mediante la bomba 30 de combustible. En este caso, el elevador de presión que eleva la presión del agente de reducción se puede proporcionar en la estructura 32 de conducción de combustible o la estructura 33 de conducción de combustible de fuga separadamente de la bomba en el depósito. El agente de reducción se puede suministrar al dispositivo 35 de suministro de agente de reducción vía una estructura de conducción de agente de reducción (no mostrada) que conecta el depósito 31 de combustible y el dispositivo 35 de suministro de agente de reducción entre sí, sin pasar a través de la estructura 32 de conducción de combustible y la estructura 33 de conducción de combustible de fuga. En este caso, el elevador de presión y el calentador están dispuestos en la estructura de conducción de agente de reducción. El agente de reducción se puede almacenar en un depósito de agente de reducción que está separado del depósito 31 de combustible.

El aparato de control de gas de escape para el motor 1 de combustión interna realiza el control de temperatura, la estimación de la energía del gas de escape, y el control del suministro del agente de reducción, mediante la ECU 80.

La ECU 80 controla el calentador 34 para ajustar la temperatura del agente de reducción. La ECU 80 estima la energía del gas de escape en el conducto de escape (el tubo 27 de escape en la presente realización de la invención). La ECU 80 controla el suministro del agente de reducción mediante el dispositivo 35 de suministro de agente de reducción. En términos concretos, la ECU 80 controla el momento del suministro del agente de reducción en el tubo 27 de escape desde el dispositivo 35 de suministro de agente de reducción y la cantidad del agente de reducción suministrada dentro del tubo 27 de escape desde el dispositivo 35 de suministro de agente de reducción.

El control del aparato de control de gas de escape para el motor 1 de combustión interna se describirá de aquí en adelante. Como se describe anteriormente, en la presente realización de la invención se usa combustible, por ejemplo, combustible ligero como agente de reducción. La FIG. 3 es una vista que muestra una curva de presión de vapor de combustible ligero. El combustible ligero contiene varios componentes, que tienen diferentes puntos de ebullición. Una línea continua en el lado izquierdo de la FIG. 3 muestra una curva de presión de vapor del componente de más bajo punto de ebullición del combustible ligero, y una línea continua en el lado derecho de la FIG. 3 muestra una curva de presión de vapor del componente de más alto punto de ebullición del combustible ligero. A cada presión, el combustible ligero se lleva a un estado líquido cuando la temperatura del mismo es menor que un punto de ebullición más bajo, se lleva a un estado gaseoso cuando la temperatura del mismo es mayor que un punto de ebullición más alto, y se lleva a un estado mixto gas-líquido cuando la temperatura del mismo está entre el punto de ebullición más bajo y el punto de ebullición más alto (una parte sombreada en la FIG.3).

Cuando el combustible de baja temperatura se inyecta en el tubo 27 de escape en un estado en el que la temperatura en el tubo 27 de escape es baja y la energía del gas de escape es baja, el combustible inyectado no se gasifica por la energía del gas de escape en el tubo 27 de escape. Por lo tanto, se suministra combustible líquido al catalizador 28 de NSR.

Sin embargo, el inventor de la presente solicitud ha encontrado, como resultado de arduos estudios, que los NOx se pueden reducir más efectivamente suministrando combustible en un estado mixto gas-líquido al catalizador 28 de NSR en lugar de suministrar combustible líquido o combustible gaseoso al mismo. Este fenómeno se considera que está basado en un mecanismo que se describirá a continuación.

Cuando el agente de reducción gasificado en el tubo 27 de escape fluye dentro del catalizador 28 de NSR, los componentes de reducción se suministran a todo el catalizador. El agente de reducción gasificado se usa principalmente para elevar la temperatura del catalizador por medio de una reacción con el oxígeno que se ha adherido al catalizador. Por otra parte, el agente de reducción en gotas puede mejorar localmente la concentración de los componentes de reducción sobre el catalizador. Por lo tanto, la reacción de reducción de NOx en el catalizador 28 de NSR puede ser acelerada mejorando localmente la concentración de los componentes de reducción en el catalizador mediante el agente de reducción en gotas retirando el oxígeno en el catalizador mediante el agente de reducción gasificado.

De este modo, en la presente realización de la invención, con vista a suministrar el combustible en un estado mixto gas-líquido al catalizador 28 de NSR cuando la energía del gas de escape en el tubo 27 de escape es baja, parte del combustible se hierve a presión reducida en el tubo 27 de escape. Para hervir parte del combustible a presión reducida, la bomba 30 de combustible eleva la presión del combustible suministrado al dispositivo 35 de suministro de agente de reducción a una presión más alta que la presión en el tubo 27 de escape, y la ECU 80 eleva la temperatura del combustible mediante el calentador 34.

En términos concretos, cuando la energía estimada del gas de escape es menor que un primer umbral, la ECU 80 eleva la temperatura del combustible a una primera temperatura objetivo tal que el combustible suministrado por el dispositivo 35 de suministro de agente de reducción se lleva a un estado mixto gas-líquido en el tubo 27 de escape. El primer umbral se establece en, por ejemplo, un umbral inferior de la energía del gas de escape que se necesita para gasificar parcialmente combustible de baja temperatura (por ejemplo, hasta 30°C). La primera temperatura objetivo es una temperatura a la que el combustible suministrado dentro del tubo 27 de escape se lleva a un estado mixto gas-líquido en el tubo 27 de escape, a saber, una temperatura en un intervalo de temperatura entre el más alto punto de ebullición y el más bajo punto de ebullición del combustible a la presión en el tubo 27 de escape.

Por ejemplo, como se indica mediante una flecha hacia la derecha en la FIG. 3, la ECU 80 eleva la temperatura del combustible en la estructura 33 de conducción de combustible de fuga mediante el calentador 34. Como resultado, incluso en el caso en el que la energía del gas de escape en el tubo 27 de escape es baja, el combustible suministrado en el tubo 27 de escape cambia de un estado líquido a un estado gaseoso mediante ebullición a presión reducida, como se indica por una flecha hacia abajo en la FIG. 3. Por consiguiente, el aparato de control de gas de escape para el motor 1 de combustión interna según la presente realización de la invención puede suministrar el agente de reducción en un estado mixto gas-líquido al catalizador de reducción de NOx en el caso en el que la energía del gas de escape en el conducto de escape es baja, mediante el control anteriormente mencionado.

La ECU 80 puede realizar control de retroalimentación de la cantidad de energización del calentador 34 basado en una salida de un sensor de temperatura que detecta una temperatura de combustible, tal que la temperatura del combustible se vuelve igual a la primera temperatura objetivo. El sensor de temperatura está dispuesto en un

- conductor de suministro de agente de reducción (la estructura 33 de conducción de combustible de fuga en la presente realización de la invención) entre el calentador 34 y el dispositivo 35 de suministro de agente de reducción. La ECU 80 puede estimar una temperatura del combustible en la estructura 33 de conducción de combustible de fuga basado en una salida de un sensor de temperatura de aire exterior que detecta una temperatura del aire exterior del motor 1 de combustión interna o un sensor de temperatura del refrigerante que detecta una temperatura de refrigerante para el motor 1 de combustión interna y controla la cantidad de energización del calentador 34 basado en la temperatura estimada del combustible.
- El control del aparato de control de gas de escape para el motor 1 de combustión interna se describirá concretamente de aquí en adelante con referencia a un diagrama de tiempo de la FIG. 4. La FIG. 4 es un diagrama de tiempo esquemático de una velocidad rotacional del motor, la presencia/ausencia de una petición de suministro de combustible, el estado encendido/apagado del calentador 34, la temperatura del combustible, y la energía del gas de escape al suministrar combustible dentro del tubo 27 de escape.
- En el ejemplo ilustrado, una petición de suministro de combustible dentro del tubo 27 de escape se realiza en un punto de tiempo t1. La energía del gas de escape en el tubo 27 de escape es menor que un primer umbral Tr1 en el punto de tiempo t1. Además, el calentador 34 está en apagado (no energizado) hasta que se realiza la petición de suministro de combustible en el punto de tiempo t1. Por lo tanto, la temperatura del combustible en el punto de tiempo t1 es menor que una primera temperatura objetivo TT1. En este estado, cuando se suministra combustible dentro del tubo 27 de escape, el combustible líquido se suministra al catalizador 28 de NSR sin ser gasificado en el tubo 27 de escape.
- Por lo tanto, el calentador 34 se pone en encendido en el punto de tiempo t1 para elevar la temperatura del combustible hasta la primera temperatura objetivo TT1. Como resultado, la temperatura del combustible llega a la primera temperatura objetivo TT1 en el punto de tiempo t2.
- Se suministra combustible dentro del tubo 27 de escape mediante el dispositivo 35 de suministro de agente de reducción en el punto de tiempo t2. Parte del combustible suministrado dentro del tubo 27 de escape se hierve a presión reducida en el tubo 27 de escape. Como resultado, el combustible en un estado mixto gas-líquido se suministra al catalizador 28 de NSR. Cuando el suministro de combustible dentro del tubo 27 de escape termina, el calentador 34 se apaga de nuevo.
- El control para suministrar el agente de reducción dentro del tubo 27 de escape se describirá de aquí en adelante con referencia a un diagrama de flujo de la FIG. 5. La FIG. 5 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de un procedimiento de suministro de agente de reducción en la primera realización de la invención. La presente rutina de control se ejecuta repetidamente a intervalos de un tiempo predeterminado por la ECU 80, después del arranque del motor 1 de combustión interna.
- En la etapa S101, la ECU 80 determina si hay o no una petición de suministro del agente de reducción. Por ejemplo, la ECU 80 determina que hay una petición de suministro de agente de reducción si un valor estimado de una cantidad de almacenamiento de NOx en el catalizador 28 de NSR es igual o mayor que un valor predeterminado, y determina que no hay petición de suministro del agente de reducción si el valor estimado de la cantidad de almacenamiento de NOx en el catalizador 28 de NSR es menor que el valor predeterminado. El valor predeterminado es un valor menor que una máxima cantidad de almacenamiento de NOx que se puede almacenar por el catalizador 28 de NSR.
- La cantidad de almacenamiento de NOx en el catalizador 28 de NSR se calcula, por ejemplo, integrando la cantidad de NOx que llega al catalizador 28 de NSR. La cantidad de NOx que llega al catalizador 28 de NSR se estima basado en una velocidad rotacional del motor y la cantidad de inyección de combustible de las válvulas 3 de inyección de combustible mediante el uso, por ejemplo, de un mapa o la fórmula de cálculo almacenada en la ROM 82 de la ECU 80. En el mapa, como se muestra en la FIG. 6, una cantidad AN de NOx que llega al catalizador 28 de NSR se expresa como una función de la velocidad rotacional del motor NE y la cantidad Qe de inyección de combustible de las válvulas 3 de inyección de combustible.
- Cuando se determina en la etapa S101 que no hay petición de suministro de agente de reducción, se termina la presente rutina de control. Por otra parte, cuando se determina en la etapa S101 que hay una petición de suministro del agente de reducción, la presente rutina de control avanza hasta la etapa S102.
- En la etapa S102, la ECU 80 determina si la energía estimada del gas de escape en el conducto de escape es menor o no que el primer umbral. El primer umbral se establece, por ejemplo, en un límite inferior de la energía del gas de escape que es necesaria para gasificar parcialmente combustible de baja temperatura (por ejemplo, hasta 30°C).
- La ECU 80 detecta o estima una temperatura del gas de escape en el conducto de escape. La ECU 80 estima la energía del gas de escape en el conducto de escape basado en la temperatura del gas de escape detectada o estimada. La ECU 80 estima la energía del gas de escape como un valor que se incrementa a medida que se eleva la temperatura del gas de escape, y determina que la energía del gas de escape es menor que el primer umbral cuando la temperatura del gas de escape es menor que una primera temperatura. La primera temperatura es una

temperatura que corresponde a la energía del gas de escape como primer umbral, y es igual a, por ejemplo, 200°C.

La ECU 80 detecta una temperatura del gas de escape en el conducto de escape, por ejemplo, mediante un sensor 36 de temperatura del gas de escape que está dispuesto en el conducto de escape. En la presente realización de la invención, el sensor 36 de temperatura del gas de escape está dispuesto en el conducto de escape aguas arriba del catalizador 28 de NSR en la dirección de flujo del gas de escape. En términos concretos, el sensor 36 de temperatura del gas de escape está dispuesto en el tubo 27 de escape entre la turbina 7b del turbocompresor 7 y el catalizador 28 de NSR.

Incidentalmente, la ECU 80 puede estimar la temperatura del gas de escape en el conducto de escape basado en la velocidad rotacional del motor y la cantidad de inyección de combustible de las válvulas 3 de inyección de combustible, mediante el uso del mapa o fórmula de cálculo almacenada en la ROM 82 de la ECU 80. En el mapa, como se muestra en la FIG. 7, una temperatura TE del gas de escape en el conducto de escape se expresa como función de la velocidad NE rotacional del motor y la cantidad Qe de inyección de combustible de las válvulas 3 de inyección de combustible.

Además, la ECU 80 puede estimar un caudal de gas de escape en el conducto de escape, y estimar la energía del gas de escape en el conducto de escape basado en la temperatura detectada o estimada del gas de escape y el caudal estimado del gas de escape, mediante el uso del mapa o fórmula de cálculo almacenada en la ROM 82 de la ECU 80. En este caso, no hay necesidad de proporcionar al motor 1 de combustión interna el sensor 36 de temperatura del gas de escape. La ECU 80 estima el caudal de gas de escape en el conducto de escape basado en, por ejemplo, la cantidad de aire de entrada detectada por el medidor 102 de flujo de aire. En el mapa, como se muestra en la FIG: 8, una energía EE del gas de escape en el conducto de escape se expresa como función de la temperatura TE del gas de escape en el conducto de escape y un caudal EF del gas de escape en el conducto de escape.

Cuando se determina en la etapa S102 que la energía del gas de escape es más alta que el primer umbral, se termina la presente rutina de control. Por otra parte, cuando se determina en la etapa S102 que la energía del gas de escape es menor que el primer umbral, la presente rutina de control avanza hasta la etapa S103.

En la etapa S103, la ECU 80 eleva la temperatura del agente de reducción a la primera temperatura objetivo mediante el calentador 34, de tal modo que el agente de reducción suministrado por el dispositivo 35 de suministro de agente de reducción se lleva a un estado mixto gas-líquido en el conducto de escape. La primera temperatura objetivo se establece en una temperatura a la que el combustible suministrado en el conducto de escape se lleva a un estado mixto gas-líquido en el conducto de escape, a saber, una temperatura dentro del intervalo de temperatura entre el punto de ebullición más alto y el punto de ebullición más bajo del combustible a la presión en el conducto de escape. En el caso en el que el agente de reducción es combustible ligero, la primera temperatura objetivo es, por ejemplo, de 180 a 350°C.

Subsecuentemente en la etapa S104, la ECU 80 suministra el agente de reducción al conducto de escape mediante el dispositivo 35 de suministro de agente de reducción, para suministrar el agente de reducción al catalizador 28 de NSR. Después de la etapa S104, se termina la presente rutina de control.

El aparato de control de gas de escape para el motor de combustión interna según la segunda realización de la invención es básicamente idéntico al aparato de control de gas de escape para el motor de combustión interna según la primera realización de la invención, excepto en los siguientes aspectos. Por lo tanto, la segunda realización de la invención se describirá de aquí en adelante, centrándonos en lo que es diferente de la primera realización de la invención.

Como es evidente de la FIG. 4, se necesita un cierto tiempo (de t1 a t2) para elevar la temperatura del agente de reducción hasta al primera temperatura objetivo. Por lo tanto, el tiempo desde un momento cuando se hace una petición de suministro del agente de reducción hasta un momento cuando la temperatura del agente de reducción se eleva hasta la primera temperatura objetivo se vuelve largo. Como resultado, puede ser imposible suministrar el agente de reducción en una conducción 27 de escape en un momento apropiado.

De este modo, en la segunda realización de la invención, la ECU 80 gradualmente eleva la temperatura del agente de reducción al elevar la temperatura del agente de reducción hasta la primera temperatura objetivo. Por ejemplo, la ECU 80 eleva la temperatura del agente de reducción hasta una temperatura predeterminada cuando se anuncia el suministro del agente de reducción, y eleva la temperatura del agente de reducción desde la temperatura predeterminada hasta la primera temperatura objetivo cuando se pide el suministro del agente de reducción. De este modo, en la segunda realización de la invención, la respuesta a la petición de suministro del agente de reducción se puede mejorar.

El control del aparato de control del gas de escape para el motor 1 de combustión interna según la segunda realización de la invención se describirá concretamente de aquí en adelante. La FIG. 9 es un diagrama de tiempo esquemático que muestra la velocidad rotacional del motor, la presencia/ausencia de un mensaje del suministro de combustible, la presencia/ausencia de una petición de suministro de combustible, el estado encendido/apagado del calentador 34, la temperatura del combustible, y la energía del gas de escape al suministrar combustible en el tubo

27 de escape.

En el ejemplo ilustrado, el suministro de combustible en el tubo 27 de escape se anuncia en el punto de tiempo t1. Por lo tanto, el calentador 34 se enciende para elevar la temperatura del combustible hasta una temperatura T predeterminada en el punto de tiempo t1. Como resultado, la temperatura del combustible llega a la temperatura T predeterminada en el punto de tiempo t2. Después de llegar a la temperatura T predeterminada, la temperatura del combustible se mantiene igual a la temperatura T predeterminada.

Después de eso, el suministro del combustible en el tubo 27 de escape se pide en un punto de tiempo t3. La energía del gas de escape en el tubo 27 de escape es menor que el primer umbral Tr1 en el punto de tiempo t3. Por lo tanto, la cantidad de energización del calentador 34 se incrementa en el punto de tiempo t3 para elevar la temperatura del combustible hasta la primera temperatura objetivo TT1. Como resultado, la temperatura del combustible llega a la primera temperatura objetivo TT1 en un punto de tiempo t4.

Se suministra combustible en el tubo 27 de escape mediante el dispositivo 35 de suministro de agente de reducción en el punto de tiempo t4. Parte del combustible suministrado en el tubo 27 de escape se hierve a presión reducida en el tubo 27 de escape. Como resultado, el combustible en un estado mixto gas-líquido se suministra al catalizador 28 de NSR. Cuando el suministro de combustible en el tubo 27 de escape termina, el calentador 34 se apaga de nuevo.

La FIG. 10 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de un procedimiento de suministro de agente de reducción en la segunda realización de la invención. La presente rutina de control se ejecuta repetidamente a intervalos de un tiempo predeterminado por la ECU 80, después del arranque del motor 1 de combustión interna.

En la etapa S101, la ECU 80 determina si hay o no un mensaje de suministro del agente de reducción. La ECU 80 determina que hay un mensaje del suministro del agente de reducción cuando el valor estimado de la cantidad de almacenamiento de NOx en el catalizador 28 de NSR es igual o mayor que una primera cantidad de almacenamiento, y determina que no hay mensaje del suministro del agente de reducción cuando el valor estimado de la cantidad de almacenamiento de NOx en el catalizador 28 de NSR es menor que la primera cantidad de almacenamiento. La primera cantidad de almacenamiento es un valor mayor que una cantidad máxima de almacenamiento de NOx que se puede almacenar por el catalizador 28 de NSR.

Cuando se determina en la etapa S201 que no hay mensaje del suministro del agente de reducción, se termina la presente rutina de control. Por otra parte, cuando se determina en la etapa S201 que hay un mensaje de suministro del agente de reducción, la presente rutina de control avanza hasta la etapa S202.

En la etapa S202, la ECU 80 calienta el agente de reducción con antelación mediante el calentador 34. En términos concretos, la ECU 80 eleva la temperatura del agente de reducción hasta la temperatura predeterminada mediante el calentador 34. La temperatura predeterminada es una temperatura menor que la primera temperatura objetivo. En el caso en el que el agente de reducción es combustible ligero, la temperatura predeterminada es, por ejemplo, de 80 a 100°C.

Subsecuentemente en la etapa S203, la ECU 80 determina si hay o no una petición de suministro del agente de reducción. La ECU 80 determina que hay una petición de suministro del agente de reducción cuando el valor estimado de la cantidad de almacenamiento de NOx en el catalizador 28 de NSR es igual o mayor que una segunda cantidad de almacenamiento, y determina que no hay petición de suministro del agente de reducción cuando el valor estimado de la cantidad de almacenamiento de NOx en el catalizador 28 de NSR es menor que la segunda cantidad de almacenamiento. La segunda cantidad de almacenamiento es un valor menor que la máxima cantidad de almacenamiento de NOx que se puede almacenar por el catalizador 28 de NSR y mayor que la primera cantidad de almacenamiento.

Las etapas S204 a S206 son idénticas a las etapas S102 a S104 en la FIG. 5 respectivamente, de modo que se omitirá la descripción de las mismas.

El aparato de control de gas de escape para el motor de combustión interna según la tercera realización de la invención es básicamente idéntico al aparato de control de gas de escape para el motor de combustión interna según la primera realización de la invención, excepto en los siguientes aspectos. Por lo tanto, la tercera realización de la invención se describirá de aquí en adelante, centrándonos en lo que es diferente de la primera realización de la invención.

En el caso en el que la energía del gas de escape en el conducto de escape es mayor que el primer umbral, el agente de reducción se puede gasificar parcialmente por la energía del gas de escape, de modo que no hay necesidad de hervir el agente de reducción a presión reducida. Sin embargo, en el caso en el que el agente de reducción no se calienta por el calentador 34, la viscosidad del agente de reducción es alta, y el diámetro de partícula del agente de reducción suministrado en el tubo 27 de escape es grande. Como resultado, se evita que el agente de reducción sea gasificado por la energía del gas de escape. Por lo tanto, incluso en el caso en el que la energía del gas de escape en el conducto de escape sea mayor que el primer umbral, cuando la energía del gas de escape es relativamente baja, es deseable calentar el agente de reducción para acelerar la atomización del agente

de reducción.

De este modo, en la tercera realización de la invención, la ECU 80 eleva la temperatura del agente de reducción a una segunda temperatura objetivo menor que la primera temperatura objetivo, cuando la energía estimada del gas de escape es igual o mayor que el primer umbral y menor que un segundo umbral. De este modo, el agente de reducción se calienta según la energía del gas de escape, y el agente de reducción se puede convertir de forma más fiable a un estado mixto gas-líquido.

La FIG. 11 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de un procedimiento de suministro de agente de reducción en la tercera realización de la invención. La presente rutina de control se ejecuta repetidamente a intervalos de un tiempo predeterminado por la ECU 80, después del arranque del motor 1 de combustión interna.

Las etapas S301 a S306 son idénticas a las etapas S201 a S206 en la FIG. 10 respectivamente, de modo que se omitirá la descripción de las mismas.

La presente rutina de control avanza hasta la etapa S307 cuando se determina en la etapa S304 que la energía del gas de escape es igual o mayor que el primer umbral. En la etapa S307, la ECU 80 determina si la energía estimada del gas de escape en el conducto de escape es menor o no que el segundo umbral. El segundo umbral es un valor más alto que el primer umbral. La ECU 80 determina que la energía del gas de escape es menor que el segundo umbral, por ejemplo, cuando, la temperatura del gas de escape es menor que una segunda temperatura. La segunda temperatura es una temperatura más alta que la primera temperatura, y es igual a, por ejemplo, 250°C).

Cuando se determina en la etapa S307 que la energía del gas de escape es igual o mayor que el segundo umbral, la presente rutina de control avanza hasta la etapa S306, y el agente de reducción se suministra al conducto de escape. Por otra parte, cuando se determina en la etapa S307 que la energía del gas de escape es menor que el segundo umbral, la presente rutina de control avanza hasta la etapa S308.

En la etapa S308, la ECU 80 eleva la temperatura del agente de reducción a la segunda temperatura objetivo menor que la primera temperatura objetivo, mediante el calentador 34. La segunda temperatura objetivo se establece en una temperatura a la que se acelera la atomización del agente de reducción. En el caso en el que el agente de reducción es combustible ligero, la segunda temperatura objetivo es, por ejemplo, de 100 a 150°C. Después de la etapa S308, el agente de reducción se suministra al conducto de escape en la etapa S306. Después de la etapa S306, se termina la presente rutina de control.

La etapa S301 y la etapa S302 se pueden omitir en la presente rutina de control.

Por lo menos uno del primer umbral, la primera temperatura objetivo, el segundo umbral, y la segunda temperatura objetivo se pueden corregir basado en la presión atmosférica. Por ejemplo, en el caso en el que la presión atmosférica es relativamente baja a altas altitudes o similares, el intervalo de temperatura en el que el agente de reducción se hierve a presión reducida es bajo. Por lo tanto, la ECU 80 se puede establecer en por lo menos uno del primer umbral y la primera temperatura objetivo menor cuando la presión atmosférica es relativamente baja que cuando la presión atmosférica es relativamente alta. Del mismo modo, la ECU 80 se puede establecer en por lo menos uno de la segunda temperatura objetivo y el segundo umbral menor que cuando la presión atmosférica es relativamente baja que cuando la presión atmosférica es relativamente alta. La ECU 80 detecta una presión atmosférica, por ejemplo, mediante un sensor de presión atmosférica que se proporciona en el motor 1 de combustión interna. La ECU 80 puede estimar la presión atmosférica basado en la presión en el tubo 6 de entrada o similares.

El aparato de control de gas de escape para el motor de combustión interna según la cuarta realización de la invención es básicamente idéntico al aparato de control del gas de escape para el motor de combustión interna según la primera realización de la invención, excepto en los siguientes aspectos. Por lo tanto, la cuarta realización de la invención se describirá de aquí en adelante, centrándonos en lo que es diferente de la primera realización de la invención.

Como se describe anteriormente, la ECU 80 eleva la temperatura del agente de reducción hasta la primera temperatura objetivo cuando la energía del gas de escape en el conducto de escape es menor que el primer umbral. Sin embargo, se necesita un cierto tiempo para elevar la temperatura del agente de reducción, de modo que la energía del gas de escape en el conducto de escape pueda ser igual o mayor que el primer umbral cuando la temperatura del agente de reducción se eleva hasta la primera temperatura objetivo. En este caso, cuando el agente de reducción a la primera temperatura objetivo se suministra en el conducto de escape, todo el agente de reducción que se ha suministrado se puede gasificar mediante la ebullición del agente de reducción a presión reducida y la energía del gas de escape en el conducto de escape.

De este modo, en la cuarta realización de la invención, la ECU 80 suministra el agente de reducción a la primera temperatura objetivo al conducto de escape y además suministra el agente de reducción por debajo de la primera temperatura objetivo al conducto de escape, cuando la energía estimada del gas de escape se vuelve igual o mayor que el primer umbral después de que la temperatura del agente de reducción se eleva hasta la primera temperatura objetivo. En términos concretos, la ECU 80 suministra al conducto de escape agente de reducción que no ha sido

5 calentado mediante el calentador 34 o el agente de reducción que ha sido calentado hasta una temperatura menor que la primera temperatura objetivo mediante el calentador 34, así como el agente de reducción a la primera temperatura objetivo, incrementando la cantidad suministrada del agente de reducción. De esta modo, incluso en el caso en el que la energía del gas de escape se eleva excesivamente mientras la temperatura del agente de reducción se eleva, el agente de reducción en un estado mixto gas-líquido se puede suministrar al catalizador 28 de NSR.

10 La FIG. 12 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control de un procedimiento de suministro de agente de reducción en la cuarta realización de la invención. La presente rutina de control se ejecuta repetidamente a intervalos de un tiempo predeterminado mediante la ECU 80, después del arranque del motor 1 de combustión interna.

Las etapas S401 a S403 son idénticas a las etapas S101 a S103 en la FIG. 5 respectivamente, de modo que se omitirá la descripción de las mismas.

15 La presente rutina de control avanza hasta la etapa S404 después de la etapa S403. En la etapa S404 así como la etapa S402, la ECU 80 determina si la energía del gas de escape en el conducto de escape estimada por la ECU 80 es menor o no que el primer umbral.

Cuando se determina en la etapa S404 que la energía del gas de escape es menor que el primer umbral, la presente rutina de control avanza hasta la etapa S406, y el agente de reducción se suministra al conducto de escape. Por otra parte, cuando se determina en la etapa S404 que la energía del gas de escape es igual o mayor que el primer umbral, la presente rutina de control avanza hasta la etapa S405.

20 En la etapa S405, la ECU 80 incrementa la cantidad suministrada del agente de reducción para suministrar al conducto de escape agente de reducción por debajo de la primera temperatura objetivo así como el agente de reducción a la primera temperatura objetivo. Después de la etapa S405, el agente de reducción se suministra al conducto de escape en la etapa S406. Después de la etapa S406, se termina la presente rutina de control.

25 Aunque las realizaciones preferidas de la invención se han descrito aquí anteriormente, la invención no está limitada a estas realizaciones de la misma, sino que se puede someter a varias modificaciones y alteraciones dentro del intervalo de lo que se expone en las reivindicaciones. Por ejemplo, se puede usar un combustible tal como combustible biodiesel (BDF) como agente de reducción. El catalizador de reducción de NOx puede ser un catalizador de reducción catalítica selectivo de NOx (un catalizador de SCR). En este caso, se usa agua de urea como agente de reducción. Incidentalmente, la primera temperatura objetivo, el primer umbral, la segunda temperatura objetivo, y el segundo umbral se establecen en valores apropiados según las características del agente de reducción de tal modo que el agente de reducción adopta un estado mixto gas-líquido en el conducto de escape.

30 Las realizaciones anteriormente mencionadas de la invención se pueden llevar a cabo siendo combinadas unas con otras arbitrariamente. Por ejemplo, las etapas S404 y S405 en la FIG. 12 se pueden llevar a cabo entre las etapas S205 y S206 en la FIG. 10 o entre las etapas S305 y S306 en la FIG. 11.

35

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de control de gas de escape para un motor (1) de combustión interna que comprende:
un catalizador (28) de reducción de NOx dispuesto en un conducto (27) de escape de un motor (1) de combustión interna;
- 5 un depósito (31) de agente de reducción que almacena un agente de reducción;
un dispositivo (35) de suministro de agente de reducción configurado para suministrar el agente de reducción al conducto (27) de escape aguas arriba del catalizador (28) de reducción de NOx en una dirección de flujo del gas de escape;
- 10 un elevador (30) de presión configurado para elevar una presión del agente de reducción suministrado al dispositivo (35) de suministro de agente de reducción desde el depósito (31) de agente de reducción a una presión mayor que una presión en el conducto (27) de escape;
un calentador (34) configurado para calentar el agente de reducción suministrado al dispositivo (35) de suministro de agente de reducción desde el depósito (31) de agente de reducción; y
- 15 una unidad (80) de control electrónico configurada para controlar una temperatura del agente de reducción mediante el calentador (34),
estando configurada la unidad (80) de control electrónico para estimar la energía del gas de escape en el conducto (27) de escape, y
estando configurada la unidad (80) de control electrónico para realizar el control de elevar la temperatura del agente de reducción hasta una primera temperatura objetivo tal que el agente de reducción suministrado por el dispositivo (35) de suministro de agente de reducción se lleva a un estado mixto gas-líquido en el conducto (27) de escape tal que el agente de reducción es simultáneamente líquido y gaseoso, cuando la energía del gas de escape es menor que un primer umbral.
- 20
2. El aparato de control de gas de escape según la reivindicación 1, en el que
la unidad (80) de control electrónico está configurada para ejecutar uno de detectar y estimar una temperatura del gas de escape en el conducto (27) de escape, y
- 25 la unidad (80) de control electrónico está configurada para estimar la energía del gas de escape en el conducto (27) de escape basado en la temperatura del gas de escape.
3. El aparato de control de gas de escape según la reivindicación 2, en el que
la unidad (80) de control electrónico está configurada para estimar un caudal de gas de escape en el conducto (27) de escape, y
- 30 la unidad (80) de control electrónico está configurada para estimar la energía del gas de escape en el conducto (27) de escape basado en la temperatura del gas de escape y el caudal del gas de escape.
4. El aparato de control de gas de escape según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que
la unidad (80) de control electrónico está configurada para elevar la temperatura del agente de reducción a una segunda temperatura objetivo cuando la energía del gas de escape es igual o mayor que el primer umbral y menor que un segundo umbral, y
- 35 la segunda temperatura objetivo es menor que la primera temperatura objetivo.
5. El aparato de control de gas de escape según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que
la unidad (80) de control electrónico está configurada para elevar la temperatura del agente de reducción hasta la primera temperatura objetivo elevando gradualmente la temperatura del agente de reducción.
- 40
6. El aparato de control de gas de escape según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que
la unidad (80) de control electrónico está configurada para controlar el suministro del agente de reducción mediante el dispositivo (35) de suministro de agente de reducción, y
- 45 cuando la energía del gas de escape se vuelve igual o mayor que el primer umbral después de que la temperatura del agente de reducción se eleva hasta la primera temperatura objetivo, la unidad (80) de control electrónico está configurada para suministrar el agente de reducción a la primera temperatura objetivo al conducto (27) de escape y suministrar el agente de reducción por debajo de la primera temperatura objetivo al conducto (27) de escape.

7. El aparato de control de gas de escape para el motor (1) de combustión interna según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que

la unidad (80) de control electrónico está configurada para ejecutar uno de detectar y estimar una presión atmosférica, y

5 la unidad (80) de control electrónico está configurada para establecer por lo menos uno de la primera temperatura objetivo y el primer umbral menor cuando la presión atmosférica es relativamente baja que cuando la presión atmosférica es relativamente alta.

8. Un método de control para un aparato de control de gas de escape

estando proporcionado el aparato de control de gas de escape en un motor (1) de combustión interna,

10 incluyendo el aparato de control de gas de escape un catalizador (28) de reducción de NOx, un depósito (31) de agente de reducción, un dispositivo (35) de suministro de agente de reducción, un elevador (30) de presión, un calentador (34), y una unidad (80) de control electrónico,

estando dispuesto el catalizador (28) de reducción de NOx en un conducto (27) de escape del motor (1) de combustión interna,

15 el depósito (31) de agente de reducción que almacena un agente de reducción,

estando configurado el dispositivo (35) de suministro de agente de reducción para suministrar el agente de reducción al conducto (27) de escape aguas arriba del catalizador (28) de reducción de NOx en una dirección de flujo del gas de escape,

20 estando configurado el elevador (30) de presión para elevar una presión del agente de reducción suministrado al dispositivo (35) de suministro de agente de reducción desde el depósito (31) de agente de reducción a una presión más alta que una presión en el conducto (27) de escape, y

estando configurado el calentador (34) para calentar el agente de reducción suministrado al dispositivo (35) de suministro de agente de reducción desde el depósito (31) de agente de reducción,

comprendiendo el método de control:

25 controlar una temperatura del agente de reducción mediante el calentador (34);

estimar la energía del gas de escape en el conducto (27) de escape mediante la unidad (80) de control electrónico, y

30 controlar, mediante la unidad (80) de control electrónico, el calentador (34) para elevar la temperatura del agente de reducción hasta una primera temperatura objetivo tal que el agente de reducción suministrado por el dispositivo (35) de suministro de agente de reducción se lleva a un estado mixto gas-líquido en el conducto (27) de escape tal que el agente de reducción es simultáneamente líquido y gaseoso, cuando la energía del gas de escape es menor que un primer umbral.

FIG. 1

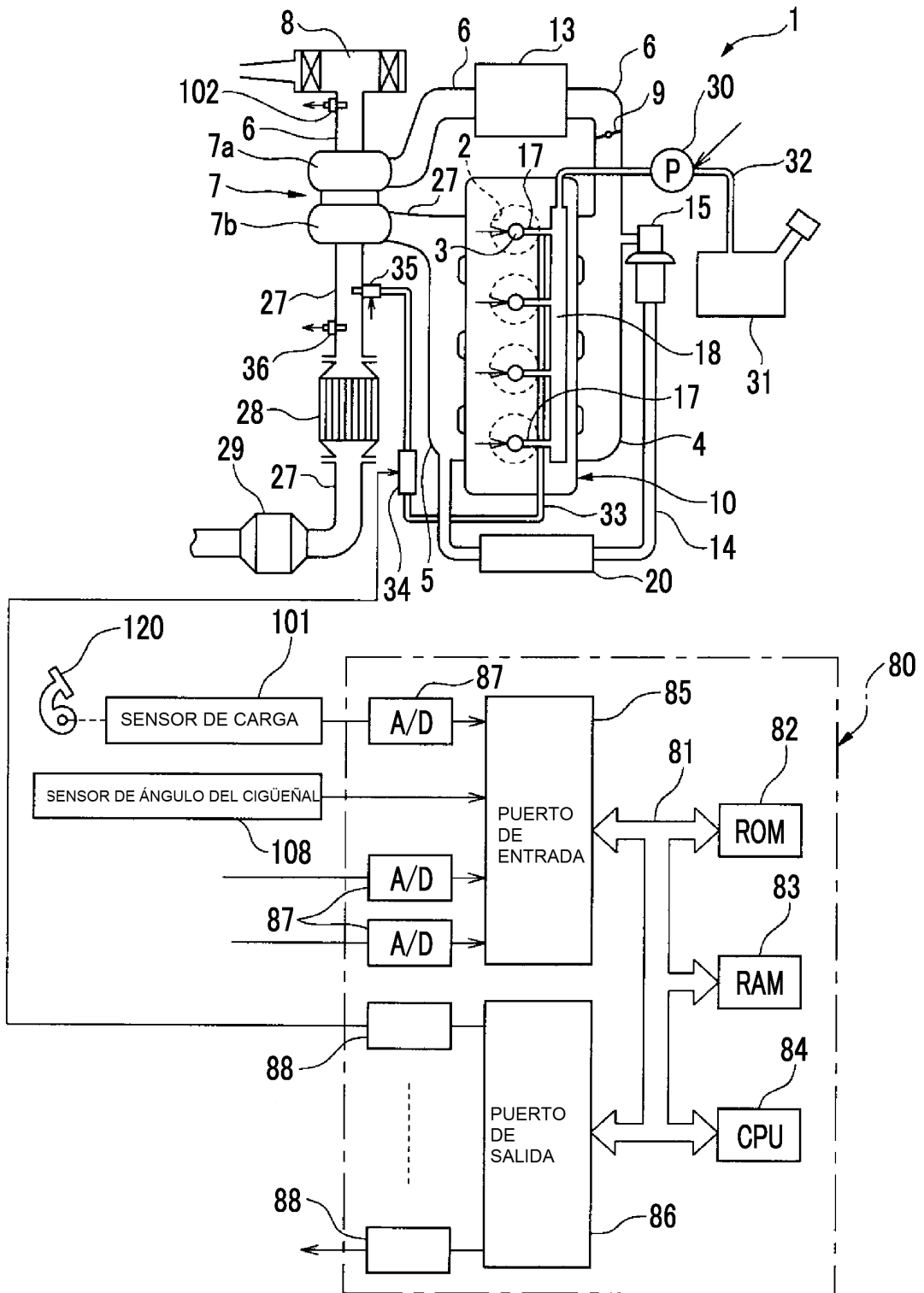


FIG. 2A

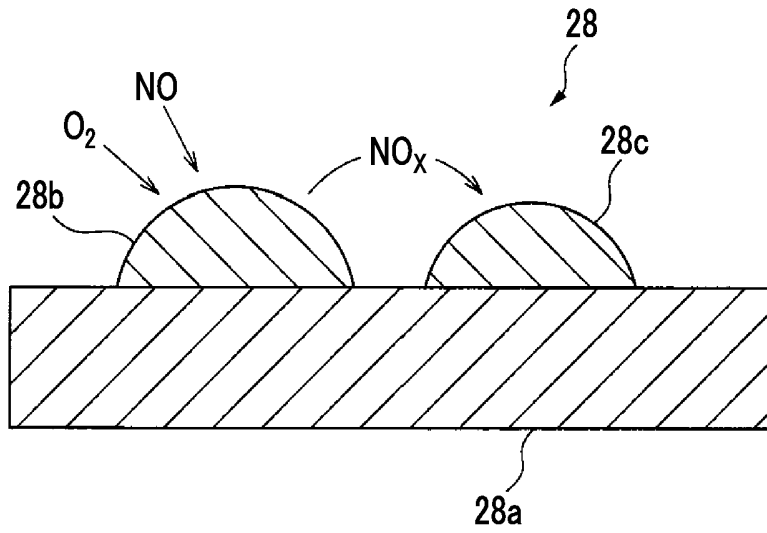


FIG. 2B

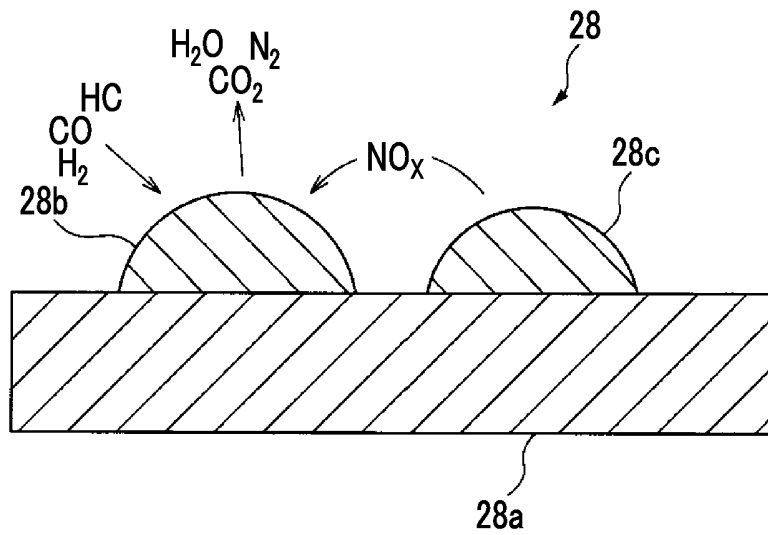


FIG. 3

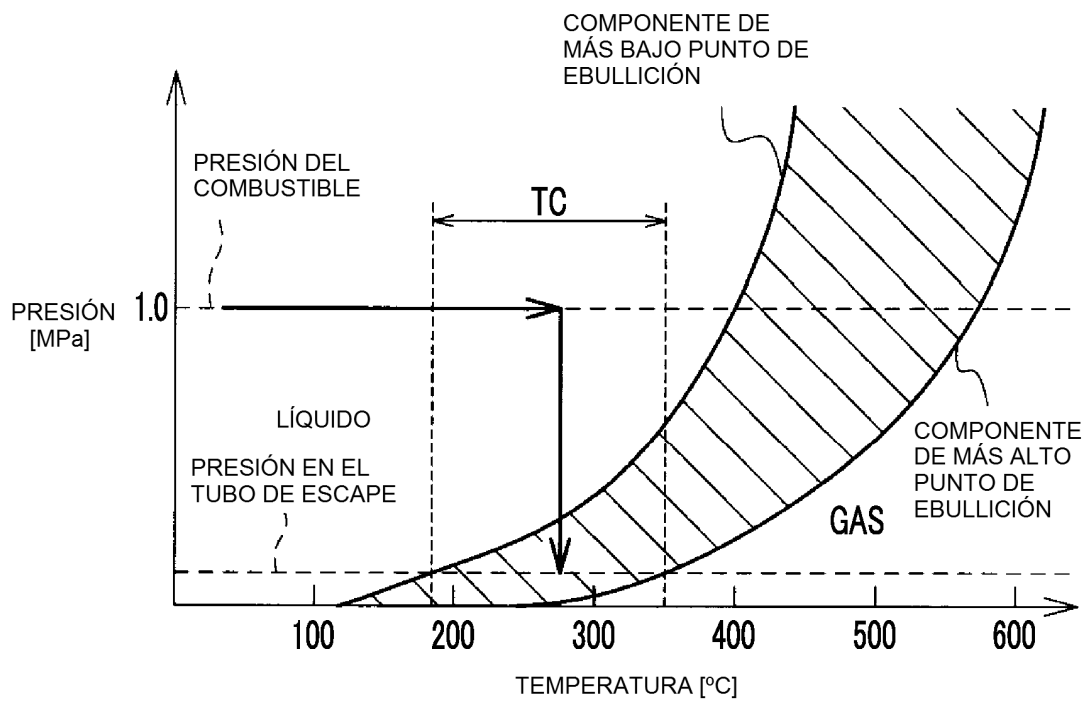


FIG. 4

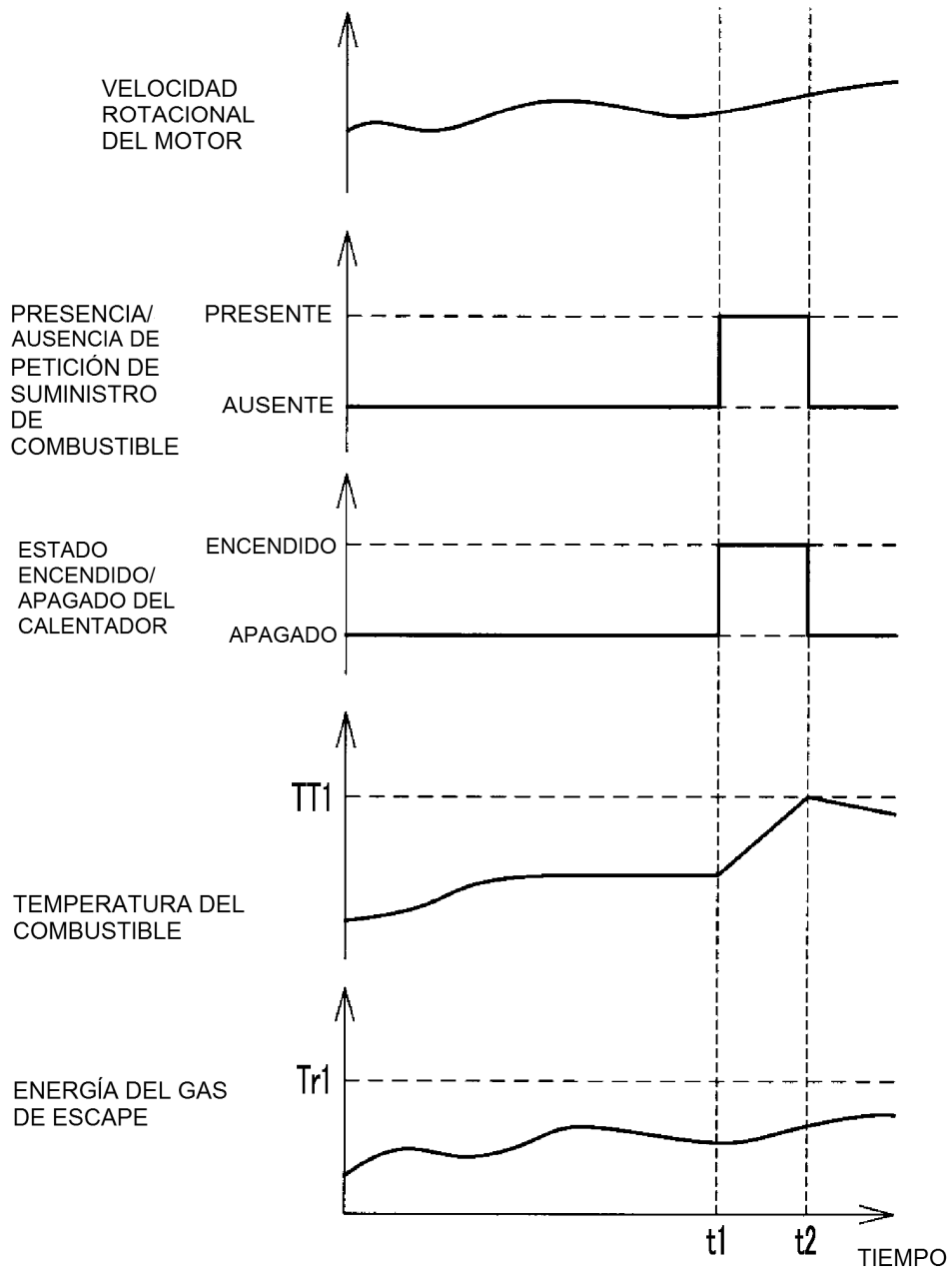


FIG. 5

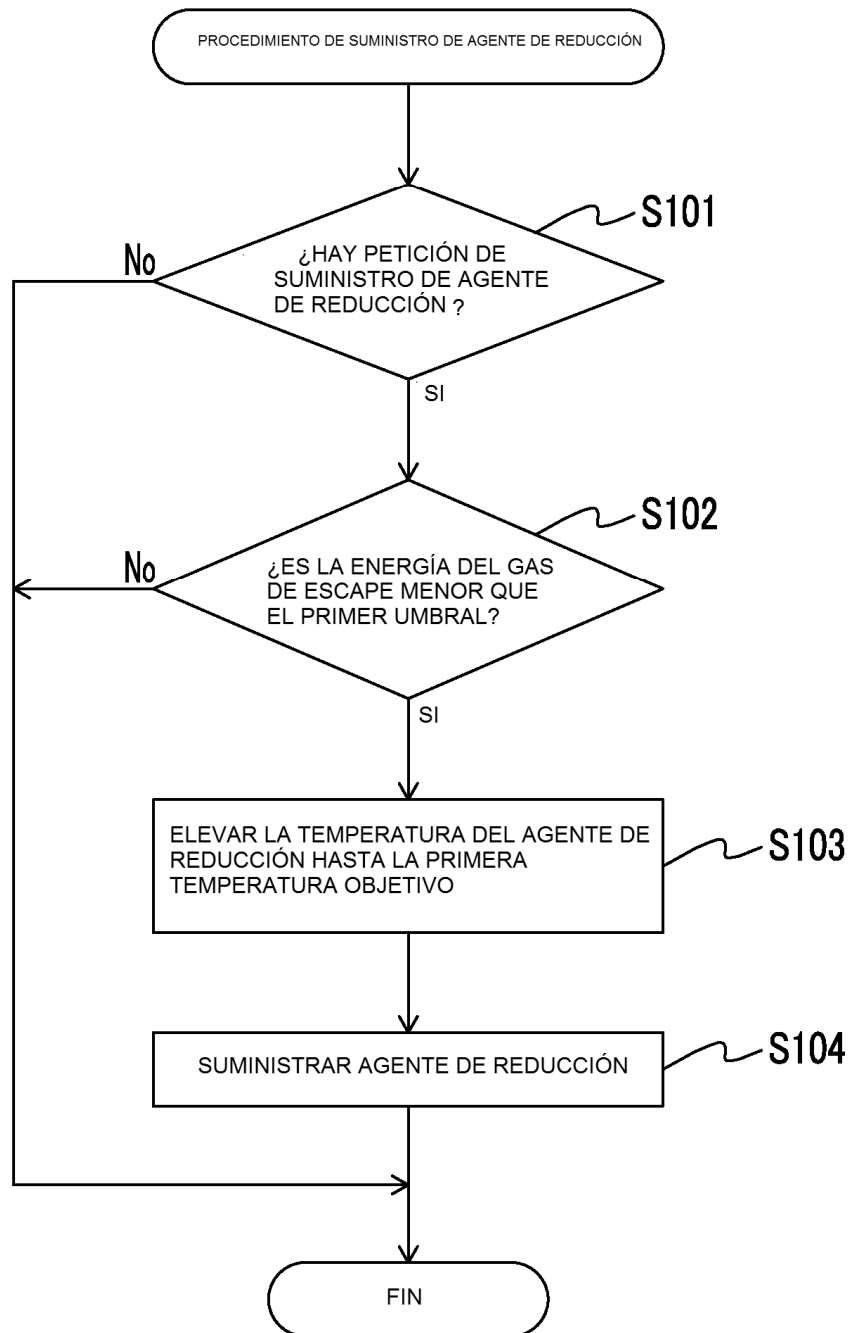


FIG. 6

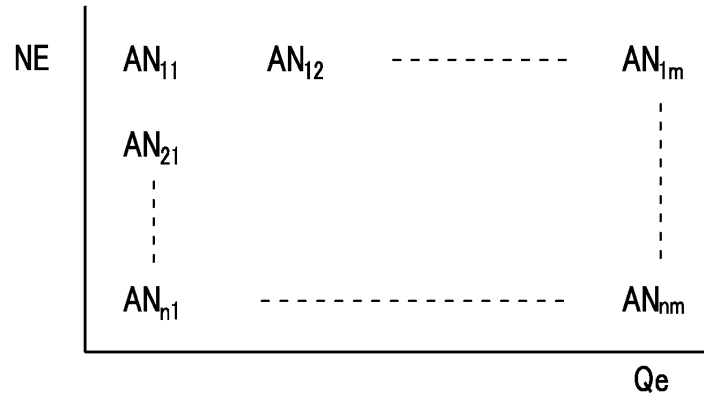


FIG. 7

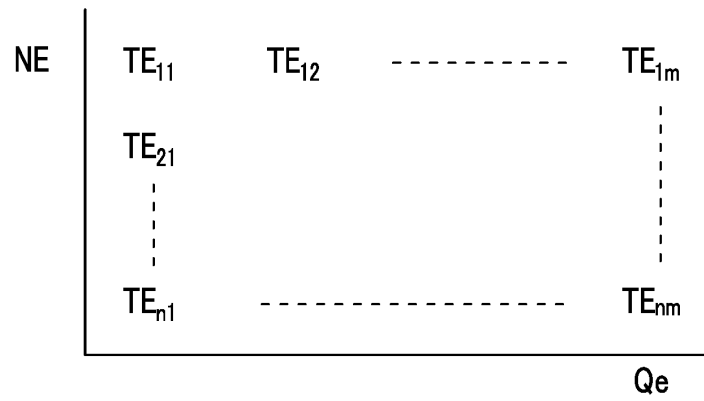


FIG. 8



FIG. 9

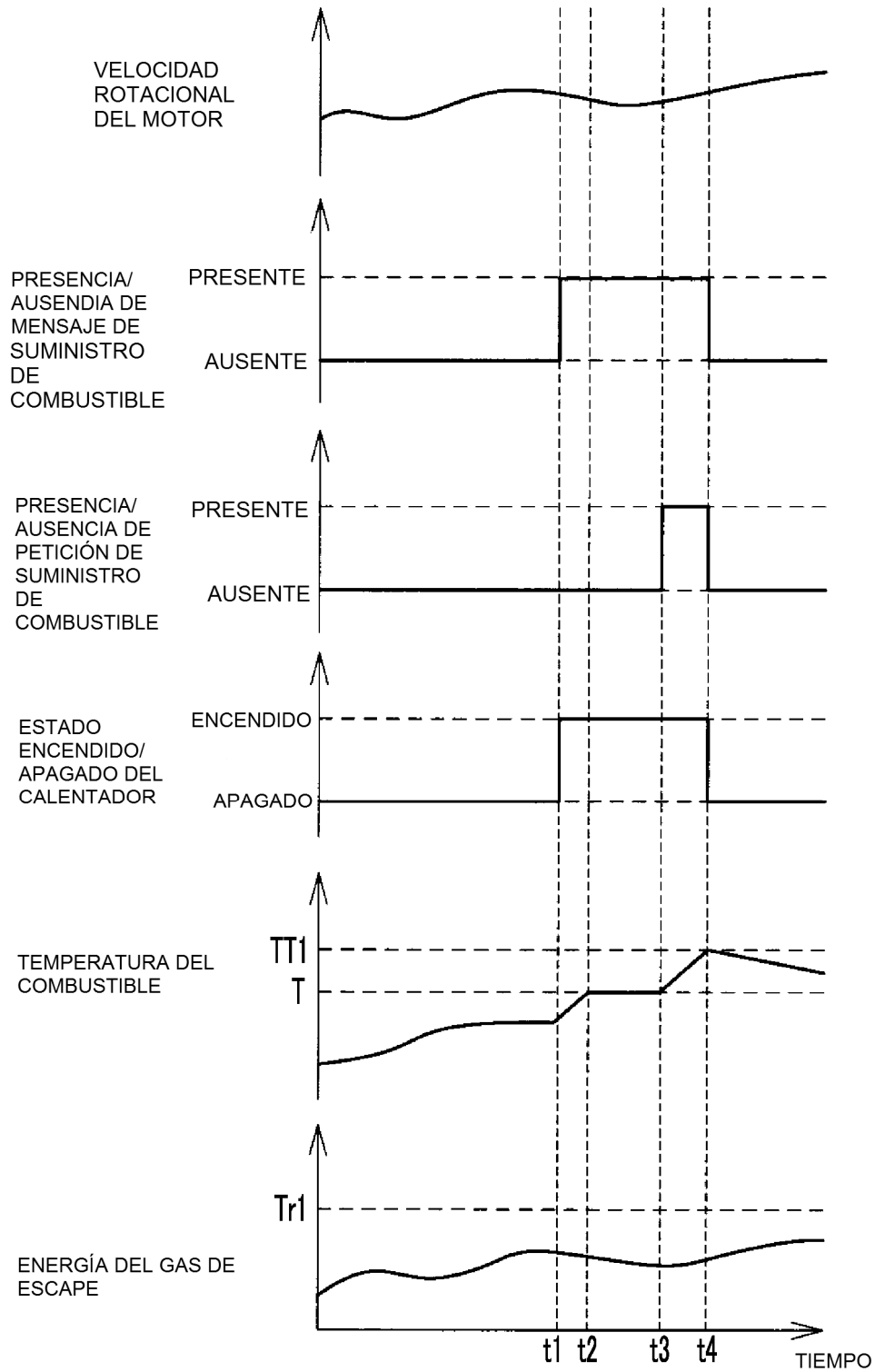


FIG. 10

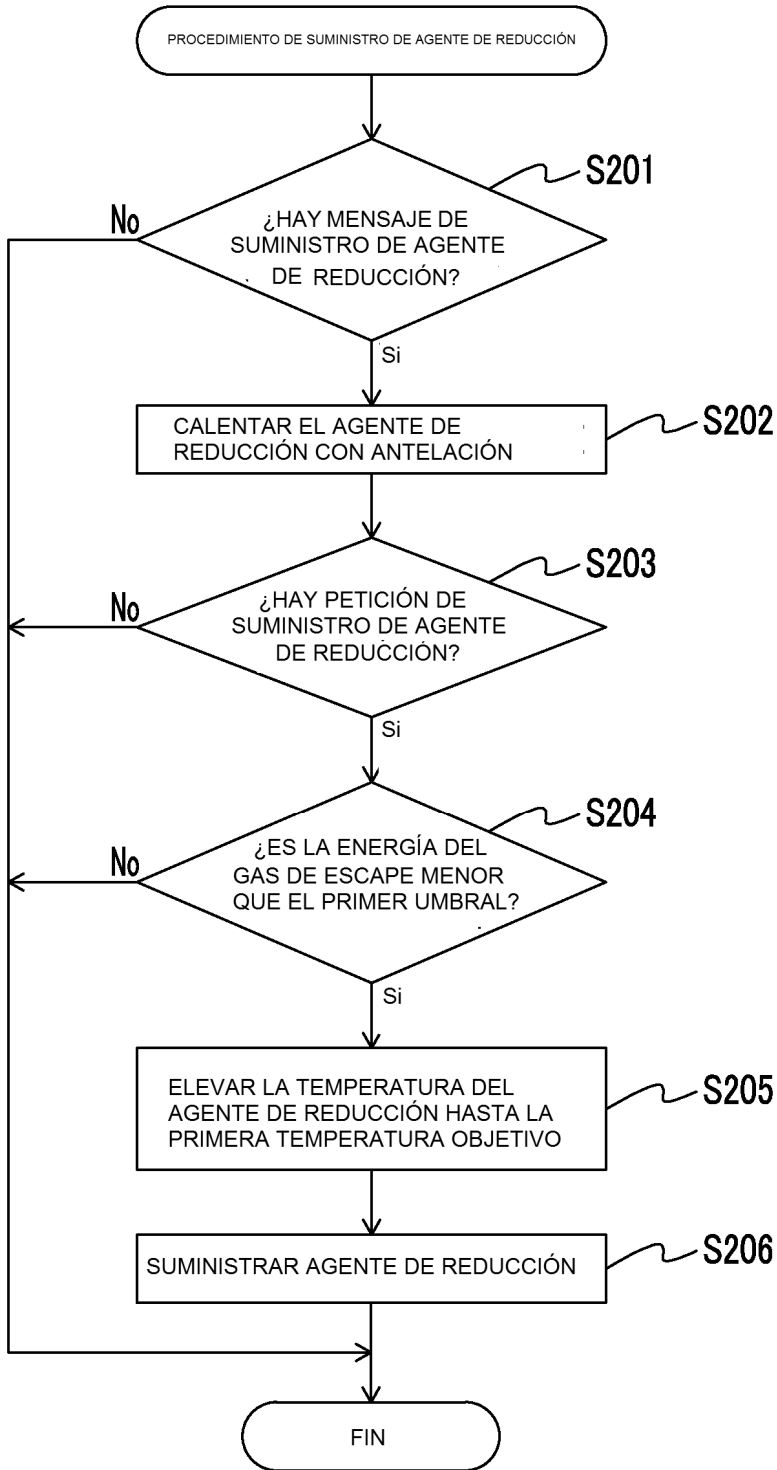


FIG. 11

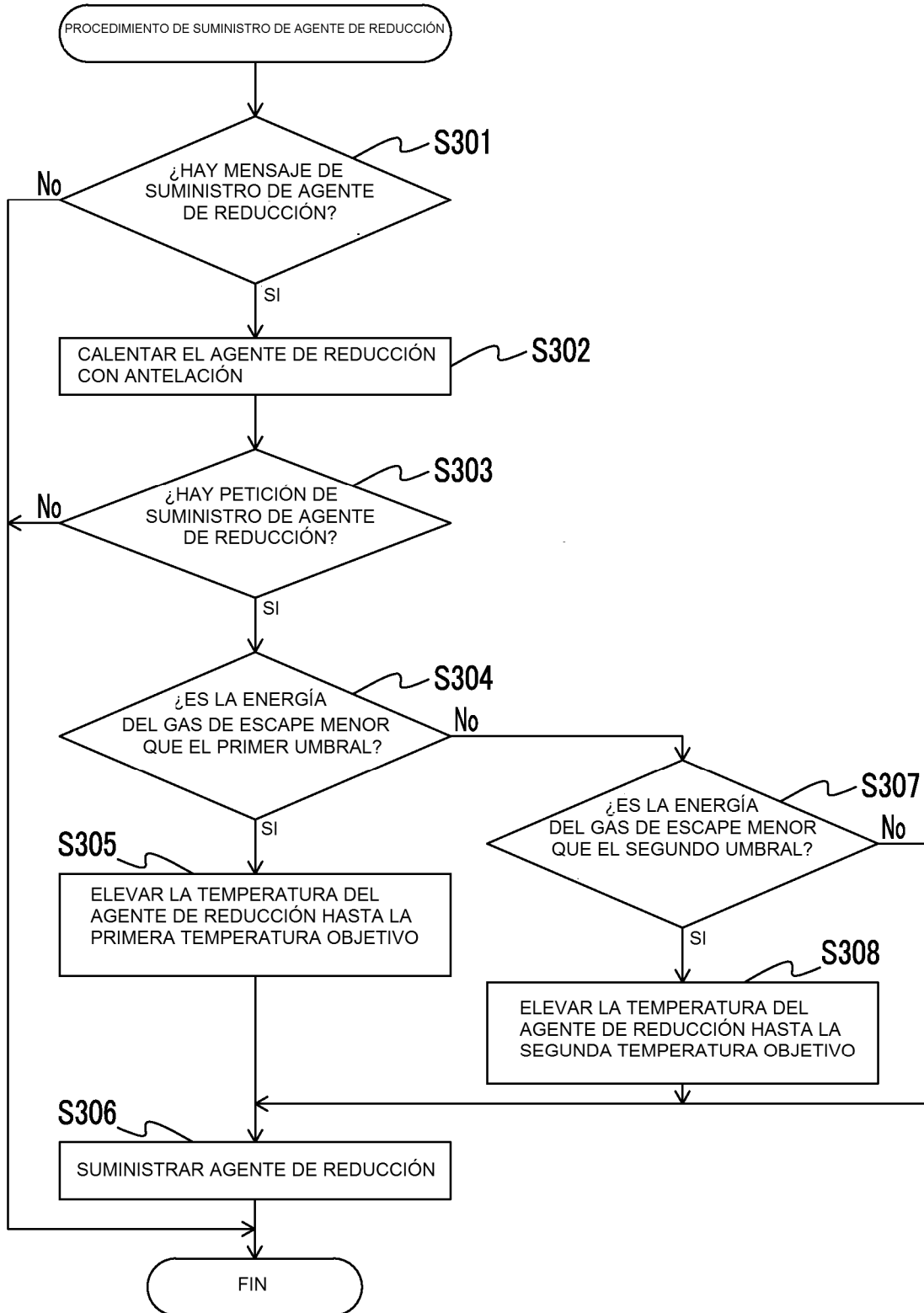


FIG. 12

