



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 315 334**

51 Int. Cl.:
F02D 21/08 (2006.01)
F02D 41/30 (2006.01)
F02D 41/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02026590 .6**
96 Fecha de presentación : **28.11.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1316703**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.06.2003**

54 Título: **Un motor de combustión interna y método de control del mismo.**

30 Prioridad: **30.11.2001 JP 2001-367118**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2009

73 Titular/es: **Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha
1, Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi-ken 471-8571, JP
Denso Corporation y
KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI**

72 Inventor/es: **Ito, Takekazu;
Matsuoka, Hiroki;
Sugiyama, Tatsumasa;
Ohtsubo, Yasuhiko;
Aoyama, Taro;
Tahara, Jun;
Mizuguchi, Keiichi;
Oki, Mamoru;
Yokoyama, Masakuni y
Kusatugu, Hideyuki**

74 Agente: **Isern Jara, Jaime**

ES 2 315 334 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

Un motor de combustión interna y método de control del mismo.

5 Objeto de la invención

La invención describe un motor de combustión interna. Mas específicamente, la invención describe un motor de combustión interna capaz de conmutar, durante el funcionamiento del motor, entre dos estados de la combustión en ambos de los cuales la temperatura de combustión y la concentración de oxígeno difieran considerablemente, en cada caso.

Antecedentes de la invención

En general, varias medidas son tomadas con respecto a un motor diesel, el cual es un tipo de motor de combustión interna de mezcla pobre, así como para reducir emisiones de hollín y de óxidos de nitrógeno (NOx). Tales medidas incluye, por ejemplo, una tecnología de combustión a baja temperatura descrita en la publicación expuesta de la patente japonesa N° 2000-64911.

De acuerdo a la tecnología de combustión a baja temperatura descrita en esta publicación, la proporción de gas EGR contenida en el aire de entrada sujeta a la combustión es controlada incrementando y reduciendo la cantidad de gas EGR y aire que fluye dentro de la cámara de combustión, es por ello que permite dos estados de combustión del motor, en ambos de los cuales la temperatura de combustión y la concentración de oxígeno difieren considerablemente, en cada caso.

Mas específicamente, en orden a asegurar la facilidad de conducción durante la operación de carga alta, una combustión normal es llevada a cabo mientras se regula la proporción de gas EGR contenida en el aire de entrada al valor apropiado. En la otra mano, durante el ralenti y la operación de carga baja, el promedio de gas EGR se incrementa significativamente para reducir significativamente la temperatura de combustión y la concentración de oxígeno, y el estado de combustión es modificado en el llamado "combustión a baja-temperatura" para reducir la cantidad de hollín (humo) y oxido de nitrógeno (NOx) generado.

Mientras tanto, el motor diesel esta operando bajo una condición de exceso de aire en la cual A/F alcanza 30 a 40 en un estado de normal de combustión, y así una gran cantidad de aire (oxígeno) permanece en gas de escape después de la combustión. Esto significa que una gran cantidad de oxígeno es también mezclado con el gas EGR, o el gas de escape.

Por lo tanto, un simple incremento de la cantidad de gas EGR solo hace un cambio lento en la concentración de oxígeno y la cantidad de gas EGR, y esto puede requerir algún tiempo para conmutar a una combustión a baja-temperatura la cual es lograda a un alto porcentaje EGR. Además, durante la combustión a baja-temperatura, el estado de combustión llega a ser inestable debido a factores tales como un incremento en el gas EGR, o gas inerte, y la potencia del motor puede también decrecer. Para tratar con estas condiciones, varios controles del motor son usados en general tanto para reducir el tiempo requerido para la conmutación como para asegurar la estabilidad de combustión.

Mas específicamente, además de un control de apertura del ángulo de la válvula EGR, un control de la apertura del ángulo de la válvula de estrangulación de admisión, la cual reduce significativamente la cantidad de aire (oxígeno) en el aire de entrada reduciendo la cantidad de aire relativo al aire de entrada, es llevado a cabo. Además, un control de exceso es ejecutado para el cambio del estado de combustión en una fase temprana por una vez que se ha sobrepasado la cantidad del control del ángulo de apertura de la válvula EGR y la válvula de estrangulación de admisión. Entretanto, un sistema de inyección de combustible incrementa y corrige el volumen de inyección de combustible y avanza y corrige los tiempo de inyección de combustible, tal como el mal encendido debido a combustión a baja temperatura y una disminución de la potencia en la máquina es suprimida. En el motor de combustión interna tal como es descrita arriba, la conmutación del estado de combustión es optimizada por la acción de varios controles del motor. Los antes mencionados controles del motor son ciertamente requeridos cuando se vuelve al estado de combustión normal. El procesado de tales controles esta de acuerdo con el estado de combustión en cada ocasión.

Una tecnología de inyección general de combustible para motores diesel es "la inyección piloto".

La inyección piloto inyecta en la cámara de combustión por adelantado algo de combustible del motor para ser inyectado por la inyección principal, esto es para crear una fuente de calor que sirve como un quemador piloto para la combustión principal, suprimiendo así un repentino incremento en la presión de combustión durante la combustión principal y una elevación en la temperatura de combustión. Esto es, la combustión llega a ser lenta durante la ejecución de la inyección piloto, y por consiguiente el ruido de la combustión puede ser reducido y los componentes dañinos tales como hollín y oxido de nitrógeno (NOx) contenidos en el gas de expulsión pueden ser suprimidos.

A través del uso combinado de la combustión de baja-temperatura y la inyección piloto, la generación de hollín (humo) y la emisión de oxido de nitrógeno (NOx) pueden ser suprimidas, y al mismo tiempo, el ruido de combustión puede ser reducido para lograr un entorno de conducción confortable sobre la gama de la operación entera.

ES 2 315 334 T3

Mientras tanto, de acuerdo con los inventores y la forma del invento varias mejoras fueron hechas con respecto a la combinación de la combustión a baja temperatura y la inyección piloto mencionada arriba.

5 Primero, si la finalidad esta puesta en la combustión a baja temperatura, la combustión llega a ser lenta debido al oxígeno insuficiente y la presión de combustión cae durante la combustión a baja temperatura. Como resultado de esto, el ruido de la combustión puede ser reducido y las emisiones de componentes dañinos pueden ser suprimidas tal y como se ha explicado más arriba. Esto es, el mismo efecto obtenido con la inyección piloto puede ser obtenido durante la combustión a baja temperatura, y por consiguiente la inyección piloto la cual tiene poca influencia en el rendimiento del motor trae como consecuencia un consumo innecesario de combustible.

10 Basada en las anteriores explicaciones, no puede ser siempre dicho que la inyección piloto que ha sido generalmente ejecutada es una tecnología de control efectiva de la inyección de combustible para todos los campos de la operación.

15 Además, si la ejecución o no ejecución de la inyección piloto es determinada sobre la petición de conmutación del estado de combustión, el ruido de la combustión se incrementa temporalmente mientras el estado de la combustión es conmutado concretamente durante la transición. Esto es, si la inyección piloto esta prohibida a pesar de que el estado de la combustión de baja temperatura no ha sido aun establecido, el ruido de la combustión que ha sido suprimido por la inyección piloto es regenerado. Además, si la inyección piloto es restablecida después del establecimiento del estado de combustión normal, el ruido que ha sido suprimido por la combustión a baja temperatura se incrementa temporalmente durante la transición de combustión a baja temperatura a la combustión normal.

20 La anterior descripción concluye que el punto clave en el desarrollo de un motor de combustión interna que usa combustión a baja temperatura junto con la inyección piloto es como controlar un periodo prohibido de la inyección piloto en orden a alcanzar ambas cosas reducción del ruido de combustión y prohibición de la inyección piloto.

25 EP 1026385 muestra un motor donde una primera combustión donde la cantidad de gas EGR en la cámara de combustión es mayor que la cantidad de gas EGR donde la cantidad de producción de picos de hollín y una segunda combustión donde la cantidad de gas EGR en la cambara de combustión es mas pequeña que la cantidad de gas EGR donde la cantidad de producción de picos de hollín son conmutados selectivamente entre ellos, y donde un absorbente de NOx esta colocado en el paso del tubo de escape del motor. Cuando el SOx debería ser soltado del absorbente de NOx, la primera combustión es llevada a cabo bajo una relación de aire-combustible rico, mientras cuando la segunda combustión es llevada a cabo combustible auxiliar es inyectado durante la primera parte de la fase de succión o de la fase de expansión y el tiempo de inyección del combustible principal es retrasado a una extensión mayor.

30 De acuerdo con la EP 1156202, en un motor una primera combustión donde la cantidad de gas EGR suministrada a la cámara de combustión 5 es mayor que la cantidad de gas EGR donde el montante de producción de picos de hollín y casi no se producen hollín y una segunda combustión donde la cantidad de gas EGR suministrado en la cámara de combustión 5 es menor que la cantidad de gas EGR donde la cantidad de producción de picos de hollín son selectivamente conmutadas. Y, cuando la primera combustión se lleva a cabo, no solamente una inyección principal que es llevada a cabo cerca del punto muerto alto de compresión, pero además una próxima inyección que es llevada a cabo en diferentes periodos de tiempo de la inyección principal es llevada a cabo para formar por ello un peroxido que es usado para compensar la falta de concentración de oxígeno que es debida a la primera combustión.

35 El objeto del invento es suministrar un motor de combustión interna provisto con una tecnología de control de motor capaz de regular una inyección piloto durante la combustión a baja temperatura y suprimir la generación de ruido de la combustión causada por la prohibición de la inyección piloto.

40 El objeto de la invención es conseguir un motor de combustión interna acorde a la reivindicación 1 y por un método de control correspondiente acorde a la reivindicación 10. Descripciones ventajosas son llevadas a cabo de acuerdo con las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la invención es aplicada la siguiente estructura.

45 Esto es, un motor de combustión interna de acuerdo con un aspecto de la invención tiene una característica de combustión en la cual el montante de hollín generado durante la combustión gradualmente alcanza su pico cuando la ratio de gas inerte contenida en la mezcla aire-combustible sujeto a combustión se aproxima a un valor predeterminado, y si la ratio es incrementada mas, la generación de hollín se reduce. El motor de combustión interna incluye además un medio de sistema de conmutación del estado de combustión para conmutar entre un estado de primera combustión en el cual la generación de hollín es restringida suprimiendo la ratio de gas inerte bajo un valor predeterminado, y un segundo estado de combustión en el cual la generación de hollín es restringido manteniendo la ratio de gas inerte por encima de un valor predeterminado, un mecanismo del sistema de control de inyección de combustible se emplea para hacer que el sistema de inyección de combustible ejecute la combustión interna del motor, en adición a una combustión de combustible principal en el motor de combustión interna, una inyección piloto que ocurre antes de la inyección principal de combustible, y un mecanismo del sistema de control de la inyección piloto para prohibir la ejecución de la inyección piloto durante un periodo predeterminado al menos incluyendo un periodo del estado de segunda combustión.

ES 2 315 334 T3

En el aspecto arriba estructurado, la inyección piloto es activamente prohibida durante el periodo del estado de segunda combustión en el cual una gran cantidad de gas EGR existe y la combustión llega a ser lenta. Esto es, la inyección piloto esta prohibida durante el periodo predeterminado incluyendo el estado de segunda combustión en el cual la combustión llega a ser lenta, así se evita el consumo innecesario de combustible debido a la ejecución de la inyección piloto.

El periodo predeterminado incluyendo al menos el estado de segunda combustión de acuerdo con los anteriores aspectos puede ser un periodo definido solamente por el periodo del estado de segunda combustión, y también asume un caso en el cual una parte del estado de primera combustión esta incluida. Además, en el aspecto arriba mencionado, el periodo del estado de segunda combustión no incluye necesariamente un periodo completo del estado de segunda combustión y puede ser algún periodo del periodo entero del estado de segunda combustión.

En el aspecto descrito arriba, los medios del sistema de control de la inyección piloto pueden prohibir la inyección piloto sobre un lapso de periodo predeterminado después del comienzo de la conmutación desde el estado de primera combustión al estado de segunda combustión.

De acuerdo a esta estructura, la inyección piloto esta prohibida sobre el lapso de un periodo predeterminado después de que la conmutación al estado de segunda combustión ha comenzado permitiendo por ello la supresión de generación temporal de ruido de combustión causado por la prohibición de la inyección piloto en una condición en la cual el estado de segunda combustión no ha sido aun establecido, esto es, durante la transición. El periodo predeterminado de acuerdo con los aspectos arriba mencionados se refiere al periodo requerido para conmutar el estado de combustión. Varios métodos pueden ser seleccionados para el establecimiento de un estado predeterminado, por ejemplo, el establecimiento puede ser basado en varios experimentos preliminares, o puede ser predicho desde un cambio en la forma de salida de cada sensor.

Además, el mecanismo del sistema de control de la inyección piloto de acuerdo al aspecto arriba mencionado puede reiniciar la inyección piloto antes de la conmutación del estado de segunda combustión al estado de primera combustión.

De acuerdo a esta estructura, la generación del ruido de combustión al tiempo de volver al estado de primera combustión puede ser prevenida por el reinicio de la inyección piloto antes de la conmutación desde el estado de segunda combustión al estado de primera combustión. Esto es, si la inyección piloto es reiniciada después de la conmutación del estado de la primera combustión el ruido de combustión que ha sido suprimido en el estado de segunda combustión se genera temporalmente debido a la transición al estado de primera combustión. Por ello, reiniciando la inyección piloto con anticipación puede prevenirse la generación del ruido de combustión. El termino "conmutación anterior" referido en los aspectos arriba mencionados incluye también ciertamente un punto de tiempo sobre la conmutación.

En el aspecto precedente, el gas inerte es gas EGR que fluye de retorno desde un conducto de expulsión a un conducto de admisión, y el mecanismo del sistema de conmutación del estado de combustión incluye un mecanismo de control del volumen de gas EGR para controlar el volumen de gas EGR que fluye hacia atrás en el conducto de admisión, un mecanismo de control del volumen de aire para controlar el volumen del aire que fluye en la cámara de combustión a través del conducto de admisión, y un mecanismo de control del exceso para una vez excedida la cantidad del mecanismo de control del volumen de gas EGR y el mecanismo de control de volumen de aire de acuerdo a lo requerido para conmutar un estado de combustión para así conmutar el estado de combustión en una fase temprana. Además, el mecanismo de sistema de control de la inyección piloto puede prohibir, cuando conmuta al segundo estado de combustión, la inyección piloto después del control de exceso por el mecanismo del sistema de conmutación del estado de combustión.

Además, aunque no sea particularmente limitado, la cantidad de gas EGR puede ser controlado por un mecanismo controlador de volumen de gas EGR tal como un sistema EGR comprendiendo un paso EGR, una válvula EGR, un catalizador de oxidación, y un enfriador EGR, mientras la cantidad de aire puede ser controlada por un mecanismo controlador de volumen de aire tal como una válvula reguladora.

De acuerdo a esta estructura, cuando conmutamos al segundo estado de combustión, la inyección piloto esta prohibida después de que la cantidad de control por el mecanismo controlador de volumen de gas EGR y el mecanismo controlador de volumen de aire sea excedido una vez. En otras palabras, conmutando el estado de combustión en una fase temprana se consigue cambiando activamente la cantidad de gas EGR y de aire, y la inyección piloto es prohibida en el establecimiento del segundo estado de combustión. Consecuentemente, el ruido de combustión durante la transmisión es suprimido.

En el aspecto anterior, el mecanismo del sistema de control de la inyección piloto puede reanudar la inyección piloto si se reinicia antes del comienzo del control de exceso por el mecanismo del sistema de conmutación del estado de combustión, cuando se conmuta desde el estado de segunda combustión al estado de primera combustión.

Así, de acuerdo a esta estructura, la inyección piloto es reiniciada antes del comienzo del control de exceso cuando conmutando desde estado de segunda combustión al estado de primera combustión. En otras palabras, si la inyección piloto es reiniciada después del control de exceso, el ruido de combustión que ha sido suprimido por el comienzo del estado de segunda combustión se incrementa sobre después del inicio del control de exceso. En consecuencia,

ES 2 315 334 T3

reiniando con antelación la inyección piloto, se previene un incremento en el ruido de combustión causado con el control de exceso. El termino “antes de conmutación” referido arriba incluye también un punto de tiempo sobre el arranque de control de exceso.

5 Además, en el aspecto arriba mencionado, el sistema de control de inyección de combustible incrementa temporalmente y corrige el volumen de inyección de combustible para la inyección principal en el motor de combustión interna durante un periodo del estado de la segunda combustión. El mecanismo del sistema de control de la inyección piloto puede, cuando conmuta desde el estado de primera combustión al estado de segunda combustión, prohibir la inyección piloto después de la ejecución del control de exceso por un mecanismo del sistema de conmutación del estado de
10 combustión y también después de que el volumen de inyección de combustible sea incrementado y corregido por el mecanismo del sistema de control de inyección de combustible.

De acuerdo con esta estructura además del control de exceso arriba mencionado, el volumen de inyección de combustible es incrementado y corregido por un control de corrección de inyección, que es uno de los controles
15 llevados a cabo por el mecanismo del sistema de control de inyección de combustible, suprimiendo de ese modo una reducción del rendimiento del motor causado durante la conmutación al estado de segunda combustión. Además, de acuerdo con este invento, la inyección piloto esta prohibida durante el periodo del estado de segunda combustión. Sin embargo, si la inyección piloto esta prohibida antes que el volumen de inyección de combustible sea corregida, el rendimiento del motor cambia temporalmente debido a la prohibición de la inyección piloto. Por ello, en esta
20 estructura, la inyección piloto esta prohibida después que el volumen de inyección de combustible es incrementado y corregido, permitiendo de ese modo la prohibición de la inyección piloto sin reducir el rendimiento del motor.

Además, el mecanismo del sistema de control de la inyección piloto puede, cuando conmuta del estado de segunda combustión al estado de primera combustión, reiniciar la inyección piloto que puede ser reiniciada antes del comienzo
25 de control de exceso por el mecanismos del sistema de conmutación del estado de combustión y también antes que sea incrementado el volumen de inyección de combustibles y corregido por el mecanismo del sistema de control de la inyección de combustible.

Esto es, de acuerdo con esta estructura, la inyección piloto es reiniciada antes del comienzo del control de exceso
30 y antes de la conclusión de la corrección e incremento del volumen de inyección de combustible, cuando conmuta del estado de segunda combustión al estado de primera combustión. En otras palabras, si la inyección piloto es reiniciada después que la corrección del volumen de inyección de combustible esta completa, la emisión de hollín (humo) y óxidos de nitrógeno (NOx) se incrementa temporalmente durante la transición del estado de segunda combustión al estado de primera combustión. Por ello, tal generación de hollín y oxido de nitrógeno (NOx) puede ser suprimida
35 reiniciando en avance la inyección piloto. El termino “antes de la finalización de la corrección” referido mas arriba también incluye un punto de tiempo sobre la terminación de la corrección.

Además, en los siguientes aspectos, el mecanismo del sistema de control de inyección de combustible puede adelantar y corregir el periodo de la inyección principal de combustible por el motor de combustión interna durante
40 el periodo del estado de segunda combustión. El mecanismo del sistema de control de inyección piloto puede, cuando conmuta desde el estado de primera combustión al estado de segunda combustión, prohibir la inyección piloto después de la ejecución del control de exceso por el mecanismo del sistema de conmutación del estado de combustión y también después de que el periodo de inyección de combustible sea adelantado y corregido por el mecanismo del sistema de control de inyección de combustible.

45 De acuerdo con esta estructura, además del arriba mencionado control de exceso, el periodo de la principal inyección de fuel es avanzado por el control corrector del periodo de inyección, el cual es uno de los controles llevados a cabo por el mecanismo del sistema de control de inyección de combustible, suprimiendo por ello el decrecimiento en la estabilidad en la combustión causada durante la conmutación al estado de segunda combustión. Además, de acuerdo
50 con la invención, la inyección piloto es prohibida durante el periodo del estado de segunda combustión. Sin embargo, si la inyección piloto es prohibida antes de que el periodo de inyección sea corregida (avanzada), la combustibilidad de la inyección principal de combustible se deteriora temporalmente debido a la prohibición de la inyección piloto. Por consiguiente, la inyección piloto es prohibida después de que el periodo de inyección de combustible esta avanzado y corregido, permitiendo por consiguiente la prohibición de la inyección piloto sin decremento de la estabilidad del
55 rendimiento del motor.

Además, en el aspecto arriba mencionado, los medios del sistema de control de la inyección piloto pueden, cuando conmutan desde el estado de segunda combustión al estado de primera combustión, reiniciar la inyección piloto antes
60 que el comienzo del control de exceso por el sistema de conmutación del estado de combustión y también antes del conclusión de la corrección y avance del periodo de inyección de combustible por medio del sistema de control de la inyección de combustible.

Esto es, de acuerdo con esta estructura la inyección piloto es reiniciada antes que el comienzo del control de exceso y antes de la conclusión de la corrección y avance del periodo de inyección de combustible, cuando se conmuta del
65 estado de segunda combustión al estado de primera combustión. En otra palabras, si la inyección piloto es reiniciada después de que el periodo de corrección de inyección de combustible esta completado, la estabilidad de combustión decrece debido al retraso en el periodo de inyección durante la transición del estado de segunda combustión al estado de primera combustión. Por lo tanto, el decremento en la estabilidad de combustión debido al retraso del periodo de

ES 2 315 334 T3

combustión puede ser suprimido por el reinicio de la inyección piloto por adelantado. El termino “antes de conclusión de la corrección”, referido arriba también incluye un lapso de tiempo sobre el cumplimiento de la corrección.

5 En tal aspecto, la ejecución de la inyección piloto es restringida de tal manera que un lapso de tiempo existe tan grande como sea posible entre el periodo del estado de segunda combustión en el cual la combustión llega a ser lenta, y un periodo de ejecución de la inyección piloto. Además, la generación de ruido de combustión es suprimida estableciendo un periodo de prohibición de la inyección piloto mientras se toma en cuenta la transición del estado de combustión y efectos de varios controles tales como el control de corrección de la inyección de combustible.

10 Cada aspecto descrito arriba puede ciertamente ser combinado dentro del campo del objetivo del invento. Por ejemplo, conmutando del estado de primera combustión al estado de segunda combustión tal como se menciona más arriba, la inyección piloto esta prohibida después de procesar todo el control de exceso, la corrección de volumen de inyección de combustible, y la corrección del periodo de inyección de combustible. Así mismo, estos aspectos pueden ser combinados más apropiadamente en el campo de cada una de las siguientes estructuras.

15 Figura 1 es un diagrama esquemático del motor de combustión interna de acuerdo con el ejemplo representado.

Figura 2 es un diagrama ilustrando una estructura interna de un filtro de partículas que es una clase de un catalizador del control de emisiones del tubo de escape.

20 Figura 3 es un gráfico ilustrando la correlación entre la cantidad de hollín generado y un porcentaje de EGR.

Figura 4 es una carta de tiempo mostrando el cambio basado en el tiempo en cada control que es procesado cuando se conmuta de la combustión normal a la combustión a baja temperatura; y

25 Figura 5 es una carta de tiempo mostrando el cambio basado en el tiempo en cada control que es procesado durante la transición de una combustión a baja temperatura a una combustión normal.

30 Una representación preferida de un motor de combustión interna de acuerdo con el invento será descrito de aquí en adelante. Una estructura del motor de combustión interna explicada mas abajo es solamente una de las representaciones del invento, y detalles de la estructura pueden ser modificados de acuerdo con cada especificación y parecidos de un motor de combustión interna.

35 *Esbozo de un motor diesel*

Un motor de combustión interna 1 de acuerdo a la representación del invento es un motor diesel para un vehículo, el cual es una clase de motor de combustión interna de mezcla pobre, y es equipada con, además de cuatro cilindros 2 (cámaras de combustión) mostrada en la figura 1, un sistema de suministro de combustible, un sistema de admisión, un sistema de expulsión, un sistema de control y los parecidos a los principales componentes de el motor.

40 El sistema de suministro de combustible tiene una válvula de inyección de combustible 3, un “conducto común” (acumulador) 4, un tubo suministro de combustible 5, una bomba de combustible 6, y los parecidos, y suministra combustible a cada cilindro 2. La válvula de inyección de combustible 3 es una válvula abierta/cerrada guiada electro magnéticamente provisto en cada cilindro 2. Cada válvula de inyección de combustible 3 es conectada a un conducto común 4, el cual sirve como un tubo de distribución de combustible. Además, el “conducto común” 4 es conectado a la bomba de combustible 6 vía el conducto de suministro de combustible 5. La bomba de combustible 6 es movida y dirigida usando la rotación de un cigüeñal 1a, o un eje de salida del motor de combustión interna 1, como fuente de conducción.

50 En el sistema de suministro de combustible estructurado como arriba, combustible en un depósito de combustible (no mostrado) es al principio bombeado por la bomba de combustible 6. El combustible bombeado es suministrado a un conducto común 4 vías del conducto de suministro de combustible 5. Una presión del combustible suministrado al conducto común 4 es incrementado hasta una presión de combustible predeterminada dentro del conducto común 4, y después es distribuida a cada una de las válvulas de inyección de combustible 3. Después un voltaje conductor es aplicado a la válvula de conducción de combustible 3 para abrir la válvula 3, el combustible es inyectado dentro de cada cilindro 2 a través de la válvula de inyección de combustible 3.

60 Mientras tanto, el sistema de admisión tiene un conducto de admisión 9, una válvula reguladora 13, un conducto de la rama de admisión 8, una caja del filtro de aire 10, un intercooler 16, y los parecidos, para formar un conducto de admisión para suministrar aire a cada cilindro 2.

65 El tubo de entrada 9 forma un conducto para introducir aire tomado a través del filtro de aire 10 hasta el tubo de la rama de admisión 8. El tubo de la rama de admisión 8 forma un conducto para distribuir el aire fluyendo a través del tubo de admisión 9 en cada cilindro 2. Además, en la proximidad de la porción que conecta entre el tubo de admisión 9 y el filtro de aire 10 se coloca un sensor de temperatura de admisión 44a para medir la temperatura del aire que fluye en el conducto de admisión 9.

ES 2 315 334 T3

Además, el tubo de admisión 9 que va desde el filtro de aire 10 a la válvula de estrangulación 13, esta suministrado con un cargador turbo 15 que aloja (alojando un compresor 15a) para comprimir el aire de admisión, y el intercooler 16 para enfriar el aire comprimido por el turbo cargador 15. Además, en la corriente ascendente al turbo cargador 15 esta provisto con un medidor de flujo de aire 45 para medir el porcentaje de flujo de aire insuflado en la cámara de combustión a través del conducto de admisión 9.

Además, en la corriente ascendente directa de la rama de tubo de admisión 8 esta provisto con una válvula de estrangulación 13 (controlador del volumen de aire) para incrementar o decrementar el montante de aire fluido dentro de cada cilindro 2 a través del tubo de admisión 9. El ángulo de apertura de la válvula de estrangulación 13 es controlado por un accionador 14 que esta compuesto de un motor de pasos y similares. Sin embargo, en la corriente de expulsión de la válvula de estrangulación 13 esta provisto con un sensor de temperatura de admisión 44b para medir la temperatura en el tubo de la rama de admisión 8, y un sensor de presión de admisión 46 para medir la presión del tubo de la rama de admisión 8.

En el sistema de admisión tal como esta estructurado arriba, el aire que debe ser suministrado a cada cilindro 2 al principio fluye en el filtro de aire 10 debido al vacío causado por la operación del motor. En el filtro de aire 10 el polvo es separado del aire, y después el aire fluye en el turbo cargador 15 a través del conducto de admisión 9. El aire suministrado en el turbo cargador 15 es comprimido por un compresor de rueda 15a y después enfriado por el intercooler 16. Después de esto, el flujo de aire es controlado por una válvula de estrangulación 13 si es necesario y el aire entonces fluye en la rama del conducto de admisión 8. El aire suministrado en la rama del conducto de admisión 8 es distribuido a cada cilindro vía cada rama de tubo, y es quemado con el combustible inyectado y suministrado desde la válvula de inyección de combustible 3. Entre tanto, un dato saliente de cada sensor es dato entrante para una unidad de control electrónico 30 que es descrita mas abajo, y es retro alimentada, por ejemplo, con un control básico de inyección de combustible del motor de combustión interna.

El sistema de expulsión tiene una rama del conducto de expulsión 18 y un conducto de expulsión 19 para formar un conducto de expulsión para descargar los gases de expulsión emanados de cada cilindro 2 fuera de la unidad del motor. Además, el sistema de expulsión esta provisto con un convertidor catalítico 50, un aparato para aplicación de reducción 60, un sistema EGR 20, y similares así como para funcionar como un sistema purificador de la expulsión para purificar óxidos de nitrógeno (NOx) partículas materiales (tales como cenizas) contenidas en los gases de expulsión.

El tubo de la rama de expulsión 18 esta conectado con un puerto de expulsión 18a provisto para cada cilindro 2, y forma un pasaje para reunir el gas de expulsión descargado del puerto de expulsión 18a e introduciendo tal gas en un recipiente turbina 15b del turbo cargador 15. Entre tanto, el tubo de expulsión 19 forma un paso de alojamiento de la turbina 15b a un silenciador de aire (no mostrado). Un símbolo numérico 59 en la figura 1 es ampliamente conocido como convertidor de oxidación catalítica.

El convertidor catalítico 50 esta provisto con una caja 51, y un catalizador purificador de expulsión 50a, 50b colocados dentro de la caja 51, y tiene un operativo purificador del aire de expulsión para purificar sustancias dañinas en el gas de expulsión descargado de la unidad de motor 1.

Mas específicamente, la caja 51 esta dispuesta en la proximidad de la salida del alojamiento de la turbina 15b, y catalizadores purificadores de los gases de expulsión están colocados dentro de la caja 51 con un catalizador de reducción del deposito NOx 50a, en el lado de la corriente ascendente como un filtro de partículas 50b, de tal manera para constituir un convertidor catalítico 50. En la descripción de aquí en adelante, el catalizador 50a de reducción de almacenaje de NOx puede simplemente ser referido como un catalizador de NOx pobre 50a.

El catalizador NOx pobre 50a, que es una clase de catalizador purificando el escape, tiene una función purificadora del escape para principalmente purificar óxidos de nitrógeno NOx en el gas de escape. Mas específicamente, el catalizador de NOx pobre 50a tiene la función de purificar las emisiones con escape como sigue. Esto es, cuando la concentración de oxígeno en el gas de escape que fluye en el catalizar 50a de NOx pobre es alta, oxido de nitrógeno (NOx) en el gas de escape es absorbido, mientras cuando la concentración de oxígeno en el gas de escape es baja, a saber, cuando la ratio aire-combustible en el gas de escape que fluye en el catalizador de NOx pobre es baja, el oxido de nitrógeno absorbido (NOx) es reducido y descargado en el gas de escape bajo la forma de dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de nitrógeno (NO). Al mismo tiempo, el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el monóxido de nitrógeno (NO) son oxidados por reacción con la composición de combustible no quemado (CO,HC), contenido en el gas de expulsión, y después es purificado en vapor no dañino H₂O y dióxido de carbono CO₂.

Además, una estructura del catalizador de NOx pobre es tal que, por ejemplo, una alumina (Al₂O₃) es usada como un portador, y un metal precioso tal como el platino (PT), y al menos uno de los metales alcalinos tales como potasio (K) sodio (NA) litio (LI), y cesio (CS), tierras alcalinas tales como bario (BA) y calcio (CA), y tierras raras tales como Lantano (LA) e itrio (Y) están soportadas en el portador.

Para suplementar la explicación de la operación purificadora de la expulsión, en el motor de combustión interna de mezcla pobre 1 de acuerdo a la representación de este invento la combustión es llevada a cabo normalmente en una atmósfera de exceso de oxígeno. Después, la concentración de oxígeno en el gas descargado del escape debido a la combustión es pocas veces reducida a un nivel suficiente para facilitar la antes mencionada operación de reducción y

ES 2 315 334 T3

descarga. Sin embargo, el montante de la composición de combustible no quemado (CO, HC) contenida en el gas de escape es extremadamente pequeña.

5 Consecuentemente de acuerdo a esta representación, el combustible del motor (HC) o una reducción, es inyectado y suministrado al gas de expulsión, para facilitar la reducción de la concentración de oxígeno y el suplemento de hidrocarburos (HC) o similares, que es una composición de combustible no quemado acelerando por ello la operación de purificación de la expulsión. Además, el reductor es inyectado y suministrado con el aparato de aplicación de reducción 60 cuyos detalles están explicados más tarde.

10 Por otro lado, el filtro de partículas 50b tiene una operación purificadora de escapes para oxidar y quemar materias de partículas tales como cenizas contenidas en el gas de escape. Más específicamente, el filtro de partículas 50b está provisto con un filtro 58 que lleva un agente emisor de oxígeno activo, y tiene la operación de purificar los gases de escape para oxidar y quemar materias de partículas recogidas por el filtro 58, removiendo (purificando) por ello tales materias de partículas.

15 Una unidad del filtro 58 es, tal como se muestra en la figura 2, hecha en la forma de un panal de abeja formado por un material poroso tal como la cordierita, y es suministrado con una pluralidad de pasos 55, 56 extendidos en paralelo uno con otro. Más específicamente, el filtro 58 tiene un paso de entrada del gas de escape 55 cuyo fin de 1 corriente de salida está obstaculizado por un tapón 55a, y un pasaje del flujo de salida del gas de escape 56 cuyo fin de corriente de entrada está obstaculizado por un tapón 56a. El pasaje de entrada del gas de escape 55 y el pasaje de salida 56 están colocados uno al lado del otro en dirección longitudinal y lateral del filtro 58 con una delgada pared de división 57.

20 Además, la capa portadora formada por Alúmina (Al_2O_3) y parecidos están provistos de un poro en una superficie de la pared de división interna 57. Sobre el transportador es apoyado, además de un catalizador de metales preciosos como el platino (Pt), un agente emisor de oxígeno activo el cual almacena el exceso de oxígeno para el caso de que exista exceso de oxígeno en los alrededores, mientras descarga el oxígeno almacenado en forma de oxígeno activo en un caso cuando la concentración de oxígeno es reducida.

25 Como agente emisor de oxígeno activo, al menos uno de los siguientes puede ser preferiblemente usado: metal alcalino tal como potasio (K), sodio (Na), litio (Li), Cesio (Cs), y rubidio (Rb), metales de tierra alcalina tal como el Bario (Ba), Calcio (Ca) y Estroncio (Sr); tierras raras tal como el Lantano (La), Itrio (Y); y metales de transición tales como el Cerio (Ce) y Estaño (Sn).

30 Además es preferible usar metales alcalinos o metales de tierras alcalinas, los cuales tienen alta ionicidad comparado al calcio (Ca), esto es, potasio (K), litio (Li), cesio (Cs), rubidio (Rb), Bario (Ba), Estroncio (Sr), y similares.

35 En el filtro de partículas 50b tal como está estructurado más arriba, el gas de expulsión fluye desde el pasaje de entrada del gas de expulsión 55 a la pared de división 57, y después al pasaje de salida del gas de expulsión 56 (flujo de gas indicado con una flecha en la figura 2). Las materias de partículas tales como cenizas contenidas en el gas de expulsión son, mientras pasan a través de la pared de división 57, recogidas en la superficie de o en el interior de la pared de división 57. Después, el material de partículas recogidas en la pared de división 57 son oxidadas por oxígeno activo que es incrementado cambiando varias veces la concentración de oxígeno en el gas de expulsión que fluye a la pared de división 57 (filtro). Eventualmente, la materia de partículas es quemada sin generar una llama luminosa y es removida desde el filtro 58.

40 De acuerdo a esta representación descrita arriba, el óxido de nitrógeno (NO_x) y materias de partículas tales como cenizas contenidas en el gas de expulsión son purificadas por coordinación de la reducción de almacenamiento de NO_x en el catalizador 50a y el filtro de partículas 50b en el pasaje de expulsión.

45 Además, en esta representación, el catalizador 50a de reducción de almacenamiento de NO_x y el filtro de partículas 50b están coordinados en series tal como arriba se menciona. Razones para esta coordinación incluyen que el filtro de partículas 50b es calentado utilizando un calor de reacción causado por las reacciones de oxidación y reducción en el catalizador 50a de reducción de almacenamiento de NO_x , y que descargado el oxígeno activo del catalizador 50a de reducción de almacenamiento NO_x debido a las reacciones de oxidación y reducción en el catalizador 50a de almacenamiento de NO_x la operación es utilizada purificando la expulsión del filtro de partículas 50b. Además, es patente de la descripción anterior que el catalizador 50a de almacenamiento de NO_x lleva sustancialmente la misma sustancia que el agente emisor de oxígeno activo. Consecuentemente, puede decirse que el catalizador 50a de almacenamiento de NO_x tiene una función como agente emisor de oxígeno activo.

50 Próximamente, descripciones serán dadas de un aparato de aplicación reductor 60 para facilitar la operación del catalizador purificador del escape.

55 El aparato de aplicación reductor 60 está provisto con una válvula de aplicación reductora 61, un pasaje de suministro reductor 62, una válvula de control de presión de combustible 64, un sensor de presión de combustible 63, una válvula de cierre de emergencia 66, y similares y aplica un montante apropiado de reductor (combustible del motor) al pasaje de expulsión en la corriente ascendente del convertidor catalítico 50, cuando sea necesario. Esto es, el combustible del motor o el reductor es suministrado en el gas de expulsión en una proporción de aire-combustible del gas de expulsión que fluye en el convertidor catalítico 50 para que llegue a ser una proporción fijada de aire-combustible.

ES 2 315 334 T3

La válvula de aplicación reductora 61 esta provista de una porción de unión a la rama del tubo de expulsión 18, y es una válvula eléctrica abrir/cerrar que se abre cuando se aplica un predeterminado voltaje. El pasaje de suministro reductor 62, forma un pasaje para introducir algo del combustible bombeado por la bomba de combustible 6 a la válvula de aplicación reductora 61. La válvula de presión de combustible 64 esta dispuesta en un punto a lo largo del pasaje de suministro reductor 62, y mantiene la presión de combustible en el pasaje de suministro reductor 62 a una predeterminada presión de combustible. El sensor de presión de combustible 63 detecta la presión de combustible en el pasaje de suministro reductor 62. La válvula de cierre de emergencia 66 para el suministro de combustible al pasaje de suministro reductor 62 se cierra cuando ocurre una anomalía en la presión del pasaje del suministro reductor 62.

En el aparato de aplicación reductor 60 como es estructurado arriba, el combustible descargado desde la bomba de combustible 6 es mantenido a una presión de combustible predeterminada por la válvula de control de presión de combustible 64, y es suministrado a la válvula de aplicación de reductor 61 a través del pasaje de suministro al reductor 62. Además, cuando el voltaje predeterminado se aplica a la válvula de aplicación del reductor 61, la válvula de aplicación del reductor 61 se abre, y el combustible en el pasaje de suministro reductor 62 es inyectado y suministrado a la rama del tubo de expulsión 18 vía válvula de aplicación del reductor 61. El combustible suministrado (reductor) a la rama del tubo de salida 18 fluye en el convertidor catalítico 50a través del tubo de expulsión 19 después de ser agitado en la cámara de turbina 19b. Esto significa que el gas de expulsión que tiene una baja concentración de oxígeno y que esta mezclado con hidrocarburo (hc) o con una composición de combustible no quemada, es fluido en el convertidor catalítico 50, facilitando de esta manera la operación de purificación de la expulsión.

La cantidad aplicada de reductor y el tiempo de aplicación están determinados en consideración de un dato de salida del sensor de proporción aire-combustible (sensor a/f) 47 colocado en la corriente de salida del convertidor catalítico 50, un dato de salida del sensor 48a de la temperatura del gas de salida, 48b previsto en la corriente de llegada y corriente de salida del filtro de partículas 50b una unidad de control electrónico gravada de operaciones históricas 30 que esta descrita mas tarde, y similares.

Seguidamente se darán descripciones del sistema EGR 20.

El sistema EGR 20 corresponde a un controlador de volumen de gas EGR de acuerdo con el invento y esta suministrado con un pasaje EGR 25, una válvula EGR 26, un catalizador de oxidación 28 para el sistema EGR 20, un enfriador EGR 27, y similares.

El pasaje EGR 25 es un pasaje que conecta la rama del tubo de expulsión 18 y la rama del tubo de admisión 8. La válvula EGR 26 es una válvula abrir/cerrar eléctrica dispuesta en una porción que conecta entre el pasaje EGR 25 y la rama del tubo de admisión 8, y regula el montante de gas de expulsión EGR que fluye en el pasaje EGR 25 basado en el programa de control de conmutación del estado de combustión procesado en al unidad de control electrónico 30 y similares. El catalizador de oxidación 28 para el sistema EGR 20 que esta dispuesto en el pasaje EGR 25 que conecta la rama del tubo de salida 18 y el enfriador EGR 27, y purifica la composición de combustible no quemado en el gas de expulsión o gas EGR, que entra desde la rama del tubo de expulsión 18. El enfriador EGR 27 enfría el gas de expulsión que fluye en el pasaje EGR 25 usando un motor enfriador como un medio calentador. En la descripción posterior el gas de expulsión que fluye en el tubo de la rama de admisión 8 a través del pasaje EGR 25 puede simplemente ser referido como gas EGR.

De acuerdo con el sistema EGR tal como esta estructurado arriba parte del gas de expulsión que fluye en la rama del tubo de expulsión 18 fluye en el pasaje EGR 25 en un porcentaje fluyente correspondiente al ángulo de apertura de la válvula EGR 26. Además, el gas EGR (gas de expulsión) fluido en el pasaje EGR 25 fluye en el enfriador EGR 27 a través del catalizador de oxidación 28 para el sistema EGR 20. El gas EGR fluido en el enfriador EGR 27 es enfriado cuando pasa por el enfriador EGR 27 y fluye en la rama del tubo de admisión 8. Entonces, el gas EGR fluido en el tubo de la rama de admisión 8 es mezclado con aire (aire nuevo) que fluye desde la corriente ascendente del tubo de la rama de admisión 8 a la forma de aire de admisión, y es quemado con el combustible inyectado desde la válvula de inyección de combustible 3. Esto es, en esta representación una mezcla aire combustible de acuerdo al invento es hecha de una mezcla de un gas del aire (aire nuevo) y el gas EGR.

Además, el gas de expulsión que servirá como gas EGR contiene gas inerte tal como vapor (h₂o) y monóxido de carbono (CO₂). Por ello, cuando el gas de expulsión, o gas inerte, fluye en la cámara de combustión 2, la temperatura de combustión disminuye debido a la entrada de gas de expulsión suprimiendo por ello la generación de oxido de nitrógeno (NO_x). Además, la introducción del gas EGR causa una reducción en la cantidad de oxígeno en la cámara de combustión 2, suprimiendo por ello la mezcla entre el oxido de nitrógeno (NO_x) y el oxígeno (O₂) como resultado, la emisión de oxido de nitrógeno (NO_x) esta suprimida.

Seguidamente, se dará la descripción del sistema de control.

El sistema de control así llamado es una unidad de control electrónico 30 (ECU), que es suministrado con una memoria ROM (memoria únicamente de lectura) 32 y una memoria RAM (memoria de acceso aleatorio) 38, una CPU (unidad central de procesado) 34, un puerto de entrada 35, un puerto de salida 36, todos estos elementos siendo conectados unos con otros por un bus de doble camino 31.

ES 2 315 334 T3

Desde el puerto de entrada 35, sumado con una señal de salida de cada sensor arriba mencionado, la señales de salida desde los sensores tales como carga del sensor 41 para detectar un montante de viaje del pedal acelerador 40, un sensor del ángulo del cigüeñal 42 para detectar la velocidad de rotación del eje del cigüeñal 1a, y un sensor de velocidad del vehículo 43 para medir la velocidad del vehículo son datos de entrada directamente o vía un convertidor correspondiente a/b 37. Por otra parte, el puerto de salida 36 esta conectado, vía un correspondiente circuito de conducción 38, con la válvula de inyección de combustible 3, la válvula de aplicación del reductor 61, del actuador 14 para guiar la válvula de estrangulación, válvula EGR 26, y similares.

Además, en la memoria ROM 32 esta grabado el programa de control para cada sistema, un mapa de control al que referirse durante el procesado del programa de control, y similares, de acuerdo a cada sistema. Entre tanto, una señal de salida de cada sensor es entrada al puerto de entrada 35. Una señal de salida de control al puerto de salida 36, y similares están grabados en la memoria RAM 33 como un histórico de operación del motor de combustión interna. La CPU 34 compara, usando un programa adecuado, una señal de salida de cada sensor grabada en la memoria RAM 33, el mapa de control desarrollado en la memoria ROM 32 y similares, y da señales de salida de cada control que es dato de salida durante el proceso de comparación a un sistema correspondiente vía puerto de salida 36, en orden a centralizar el control de cada sistema.

Además, serán dadas descripciones del control de conmutación del estado de combustión procesado en la unidad de control electrónico 30 como es mencionado mas arriba.

Control de conmutación del estado de combustión

Antes de explicar los detalles del proceso de control, debemos explicar primeramente una característica de la combustión del motor de combustión interna.

El motor diesel de acuerdo a esta representación es una clase de motor de combustión interna desarrollado en el material precedente. El motor diesel adopta una tecnología de combustión por la cual el porcentaje de gas inerte del aire de admisión (mezcla aire-combustible) sujeto a la combustión es incrementado significativamente, de tal manera que suprime el desarrollo de uno generado durante la combustión.

La Figura 3 es un gráfico obtenido basado en los resultados de un experimento actual, y muestra una correlación entre el porcentaje de gas inerte en el aire de admisión, y el montante de humo generado por la combustión de tales gases. En las descripciones siguientes el porcentaje de gas inerte en el aire de admisión puede simplemente ser referido como un porcentaje EGR.

Como indica la figura 3, el montante de cenizas generadas alcanza su pico en el porcentaje EGR de entre 40 y 50%, y las cenizas son difícilmente generadas en un rango de EGR del 55% o superior, por ello, el motor puede ser operado con un montante de emisión de cenizas guardado en aproximadamente 0 si el motor es operado en el rango de porcentaje de EGR del 55% o superior preferiblemente 65% o superior. Además, el porcentaje de EGR al cual el montante de emisiones de cenizas llega aproximadamente a 0 puede ser reducido enfriando el gas EGR por el enfriador EGR 27 o similar.

Sin embargo, cuando el motor es operado con un porcentaje de EGR del 65% o superior, surge el problema que el rendimiento del motor suficiente no puede ser obtenido debido a aire insuficiente o a un decremento en la presión de combustión. Por otra parte, en un porcentaje de rango EGR por debajo de 40% en el cual el rendimiento de motor suficiente puede ser obtenido, se genera cenizas en una ligera cantidad. Sin embargo, la cantidad de cenizas generada es mucho menor que la generada en el rango de operación de porcentaje de EGR del 40 al 50%.

Por consiguiente, el motor es operado con un porcentaje EGR mantenido al 65% o superior en un estado de operación en el cual el rendimiento de la máquina no es requerido tal como durante la operación de ralentí o baja carga. Por otra parte, el motor es operado con un porcentaje de EGR mantenido debajo del 40% cuando un rendimiento del motor suficiente es requerido tal como durante la operación de carga alta. Con estas operaciones, un estado confortable de operación es conseguido mientras se suprime la generación de cenizas.

Esto es, en el motor diesel de acuerdo con esta representación, el estado de combustión es conmutado en pasos para evitar la operación al porcentaje de EGR de entre 40% y 50% en el cual la cantidad de cenizas generadas alcanza su pico, consiguiendo por ello una facilidad de conducción y suprimiendo la emisión de cenizas al mismo tiempo. Además, el estado de primera combustión y el estado de segunda combustión de acuerdo al invento están conmutados tal como es descrito mas arriba.

Los valores indicados arriba como ejemplo, o el porcentaje de valores específicos de EGR, representan solamente un ejemplo, y los valores varían ligeramente de acuerdo a la peculiar característica de combustión a un motor de combustión interna pertinente y a una temperatura de refrigeración del gas EGR. Sin embargo, una emisión característica de cenizas esto es, existencia del pico, y similares son comunes a todos los motores de combustión interna. Además, el primer estado de combustión de acuerdo al invento es un estado de combustión que es alcanzado a un porcentaje bajo de EGR como mencionado mas arriba, y como, el segundo estado de combustión corresponde a el estado de combustión alcanzado a un alto porcentaje de combustión de EGR.

ES 2 315 334 T3

La conmutación del estado de combustión es determinada en consideración de, por ejemplo, el par requerido por el motor calculado en el proceso de control básico de inyección de combustible que es una clase de control del motor. En otras palabras, como un control del control de conmutación del estado de combustión, el estado de combustión es conmutado llevando a cabo, por ejemplo, un control de selección del estado de combustión en el cual una operación a un porcentaje de EGR del 65% o superior es seleccionada cuando el par motor lo requiere llega a un valor límite bajo predeterminado o mas bajo, en una operación al que el porcentaje de EGR por debajo de 40 es seleccionado cuando el par motor requerido alcanza un valor límite superior predeterminado o mas alto.

Una histéresis es prevista entre el valor límite superior predeterminado y el valor límite inferior predeterminado. La histéresis suprime frecuentes conmutaciones del estado de combustión, y por ejemplo, hace los valores del umbral de conmutación para una operación de aceleración diferente que para una operación de desaceleración, suprimiendo por ello frecuentes conmutaciones del estado de combustión en la vecindad de aquellos valores en el umbral.

Seguidamente serán dadas descripciones de detalles del proceso de control de conmutación del estado de combustión (programa control de la conmutación del estado de combustión).

En la siguiente descripción, una operación de motor a un porcentaje de EGR de 65% o superior puede ser referida como "combustión a baja temperatura" y una operación de motor a un porcentaje de EGR de bajo del 40% puede ser referida como "combustión normal".

Además, en este control el estado de combustión es conmutado ejecutando un control de motor tal como, además del arriba mencionado control de selección del estado de combustión, un control del porcentaje de EGR variable el cual cambia abriendo el ángulo de válvula EGR 26 y la válvula estranguladora 13 así se cambia el porcentaje de EGR, y el control de corrección de la inyección de combustible que estabiliza el estado de combustión y el rendimiento del motor conmutando desde un conveniente control de inyección de combustible para cada estado de combustión.

Esto es, el control de conmutación del estado de combustión de acuerdo a la representación corresponde al estado de combustión conmutando el sistema de acuerdo al invento, y es un control que procesa comprensivamente el control del ángulo de apertura de la válvula EGR 26, el control del ángulo de apertura de la válvula de estrangulación 13, el control de corrección de la inyección de combustible, y similares. Además controlando la válvula de EGR 26, la válvula estranguladora 23 y el control de inyección de combustible básico del motor de combustión interna basado en cada uno de estos controles, el controlador de volumen de gas EGR, el controlador de volumen de aire, la corrección de volumen de inyección, la corrección de tiempo de inyección, y los parecidos de acuerdo con el invento son conseguidos.

El control de inyección básico de combustible referida arriba es un control que controla la inyección de combustible válvula 3 la bomba de combustible 6 basada en el volumen de inyección de combustible, el tiempo de inyección de combustible, la presión de inyección de combustible, y similares calculados usando parámetros tales como la velocidad de revolución del motor y la carga requerida, así para inyectar y suministrar a cada cámara de combustión 2 un montante apropiado de combustible de acuerdo a cada condición de operación y al tiempo de inyección apropiado de combustible. En otras palabras el control de inyección de combustible de acuerdo a esta invención es configurado como un control del control básico de inyección de combustible descrito mas arriba.

Figura 4 y Figura 5 muestran cambios basados en el tiempo que ocurren en el procesado del control de conmutación del estado de combustión, con respecto al ángulo de apertura de la válvula EGR 26, al ángulo de apertura de la válvula de estrangulación 13, al volumen de inyección de combustible, al tiempo de inyección de combustible y similares de acuerdo a cada estado de combustión.

Mas adelante, con referencia a la figura 4 y figura 5, será explicado en detalle cada control que es procesado en un proceso de conmutación del estado de combustión.

Con referencia a la figura 4 las descripciones serán primeramente dadas del control para ser procesado cuando se conmuta desde una combustión normal a una combustión a baja temperatura.

Para conmutar la combustión normal a combustión a baja temperatura, el estado de combustión a un porcentaje de EGR por debajo de 40% es conmutado en el estado de combustión a un porcentaje de EGR de 65% o superior. Esto es, el control de porcentaje variable de EGR para incrementar el porcentaje EGR reduciendo el ángulo de apertura de la válvula de estranguladora 13 mientras es ejecutado un incremento del ángulo de apertura de la válvula EGR 26.

Además, el control de porcentaje variable de EGR controla el ángulo de apertura de cada válvula 26, 13 basado principalmente en el porcentaje de aire-combustible (concentración de oxígeno), del gas de expulsión que fluye en el pasaje de expulsión. Mas específicamente, una salida de la proporción aire-combustible al sensor 47 suministrado en la corriente descendente del convertidor catalítico 50 es retroalimentado, y los ángulos de apertura de la válvula EGR 26 y la válvula estranguladora 13 y son controlados retroalimentado tales que una predeterminada salida es obtenida con el sensor 47 de porcentaje aire-combustible.

La salida predeterminada referida arriba es un valor de salida cuando una proporción de gas inerte en la toma de aire (porcentaje EGR) alcanza el porcentaje de meta, y es definida por, por ejemplo, la relación entre el porcentaje EGR obtenido en cada experimento anterior y la concentración de oxígeno en el gas de salida.

ES 2 315 334 T3

Además, con respecto al control del porcentaje variable de EGR, el control de conmutación del estado de combustión ejecuta un control de exceso que necesariamente cambia el porcentaje de EGR en preferencia al control de retroalimentación basado en la salida del sensor de porcentaje aire-combustible 47.

5 Esto es, porque el montante de gas EGR suministrado en el flujo de aire cambia sobre el tiempo permaneciendo detrás de controles de cada válvula 26, 13, un montante de control de cada válvula 13, 26, esto es supuesto para ser determinado basado en la proporción de termino requerido en la combustión a baja temperatura, es incrementado temporalmente, de tal manera que se acorta la velocidad de repuesta (velocidad de cambio) del porcentaje de EGR. Además, en el proceso de control de exceso de acuerdo a esta representación, la válvula EGR 26 es ajustada en un estado sustancialmente completamente abierto y la válvula de estrangulación 13 es ajustada en un estado sustancialmente completamente cerrado, por ello mejorando la repuesta de velocidad del porcentaje de EGR. El control de exceso es conseguido tal como se describe arriba en esta representación.

15 Después del proceso de control de exceso el control de retroalimentación de la válvula EGR 26 o control de retroalimentación de la válvula de estrangulación 13 es iniciado cuando la concentración de oxígeno en el gas de expulsión se reduce a un valor predeterminado y cuando el porcentaje de flujo de aire obtenido en la salida desde medidor de flujo de aire 45 se reduce a un valor predeterminado.

20 Entre tanto, el control de corrección de inyección de combustible lleva a cabo correcciones tales como incremento en la presión de inyección de combustible, incremento en el volumen de inyección de combustible y avanzando el tiempo de inyección de combustible. El contenido de estas correcciones es gravado en la unidad de control electrónico 30 como control de la inyección de combustible para la combustión a baja temperatura. Por ello, cuando se conmuta la combustión a baja temperatura, el control de inyección de combustible básico, es posteriormente procesado basado en el control de inyección de combustible para la combustión a baja temperatura.

25 El propósito de la corrección del control de inyección básico de combustible es mejorar varios problemas de combustión causados en la combustión a baja temperatura. Esto es, en la combustión a baja temperatura, la temperatura de combustión y la presión de combustión son reducidas y el montante de oxígeno sujeto a la combustión es también reducido, por ello estableciendo un estado lento de combustión. De acuerdo con ello, el control de inyección de combustible ejecutado durante la combustión normal causa problemas tales como malos encendidos, caída de la presión de combustión, e insuficiente rendimiento del motor. Para tratar con estos problemas, varias correcciones mencionadas arriba son llevadas a cabo para optimizar la mejora del retraso de iniección, acortando el periodo de combustión directa y el periodo de última combustión, y similares, de tal manera que así se obtiene un estado de combustión favorable durante la combustión a baja temperatura. Las correcciones arriba mencionadas relativas al control de inyección de combustible durante la combustión normal, y esto no sugiere que, por ejemplo, el montante inyectado de combustible durante la combustión a baja temperatura sustancialmente excede el montante inyectado de combustible durante la combustión normal.

40 Además, de acuerdo a esta representación, conmutación del control de inyección de combustible es procesado según el control de porcentaje variable de EGR. Esto es, el control de la contención de la inyección de combustible que retiene el control, después que es iniciado la conmutación del estado de combustión, se ejecuta el control de inyección de combustible en un anterior estado de control de la conmutación para un tiempo predeterminado.

45 Mas específicamente, el control básico de inyección de combustible es optimizado incorporando un control de retraso (tiempo de espera) en las correcciones del control de inyección de combustible, de tal manera conseguimos un retraso en respuesta al volumen de gas y volumen de aire EGR.

50 Un tiempo de retraso en las correcciones es determinado en consideración a varias condiciones. Mas específicamente, un tiempo de retraso es determinado en consideración a las condiciones tales como un tiempo hasta que el numero de ciclos integrado del cigüeñal desde el comienzo del estado de conmutación de combustión alcance un predeterminado numero de ciclos del cigüeñal, un tiempo hasta que un volumen de aire, una presión en la rama del tubo de admisión, y una temperatura en la rama del tubo de admisión alcancen un valor predeterminado, y el montante de inyección de combustible anterior a la conmutación del estado de combustión. Cuando estas condiciones son satisfechas las correcciones del control de inyección de combustible comienzan.

55 El número integrado de ciclos del cigüeñal referido arriba corresponde al estado de progreso en un proceso de aspiración, compresión, combustión y expulsión. Detectando el número integrado de ciclos del cigüeñal el montante de gas de expulsión (gas EGR) que entra en el sistema de admisión, esto es el porcentaje de EGR, puede generalmente ser predicho. Además, para dar explicaciones en el cambio en el volumen de aire, la presión en el tubo de la rama de admisión, y la temperatura en el tubo de la rama de admisión, el volumen de aire y la presión en el tubo de la rama de admisión decrece durante la combustión a baja temperatura, mientras la temperatura en el tubo de la rama de admisión se incrementa. De acuerdo con ello, detectando estos cambios permite la predicción de porcentaje de EGR. Además, puesto que el montante del gas de expulsión (gas EGR) es determinado por el anterior volumen de inyección de combustible a la conmutación del estado de combustión, el montante de gas EGR entrante puede ser predicho basado en el volumen de inyección de combustible.

65 En el motor de combustión interna de acuerdo a la representación, un cambio en el porcentaje de EGR esto es, una proporción de si o no de gas inerte en la admisión de aire suministrado para la combustión alcanzo un porcen-

ES 2 315 334 T3

taje predeterminado es determinado. Cuando el porcentaje alcanza el porcentaje predeterminado, las correcciones en el volumen de inyección de combustible, tiempo de inyección de combustible y similares, comienza el control de corrección de combustible.

5 Además en esta representación, un control gradual de cambio es llevado a cabo con respecto a la corrección del control de inyección de combustible básico. En otras palabras, puesto que la corrección relacionada a la inyección de combustible tiene influencia significativa al rendimiento del motor y estabilidad de estado de combustión, cada artículo de corrección es cambiado de una manera gradual, así se evita un choque del par motor y similar durante la corrección del control del estado de inyección de combustible.

10 Seguidamente, refiriéndonos a la figura 5, serán dadas descripciones de los detalles del control para ser procesados cuando se vuelve de la combustión a baja temperatura a la combustión normal.

15 Conmutando desde la combustión a baja temperatura a la combustión normal, el estado de combustión con porcentaje de EGR de 65% o superior es conmutado a un estado de combustión con porcentaje de EGR por debajo de 40%. Esto es, el control de porcentaje de EGR variable para reducir el porcentaje de EGR pro reducción del ángulo de apertura de la válvula EGR 26 mientras se ejecuta el incremento del ángulo de apertura de la válvula estranguladora 13.

20 Además, también conmutando la combustión a baja temperatura a la combustión normal, el control de retroalimentación basado en el porcentaje aire-combustible (concentración de oxígeno) en el gas de expulsión fluyente en el pasaje de expulsión es llevada a cabo en el control de porcentaje variable de EGR. Además, el control de exceso de cada válvula 13, 26 es ejecutado antes que el control de retroalimentación. En el control de exceso ejecutado cuando se conmuta a la combustión normal, la válvula EGR 26 es ajustada en un estado sustancialmente completamente cerrado y la válvula de estrangulación 13 es ajustada en un estado sustancialmente completamente abierta.

25 Entre tanto, en el control de corrección de la inyección de combustible, una corrección de recuperación tal como reduciendo la presión de inyección de combustible, reduciendo el volumen de inyección de combustible y retrasando el tiempo de inyección de combustible se lleva a cabo, así para la vuelta de cada ítem corregido en la combustión a baja temperatura a un valor normal. Además, ejecutando el control de cambio gradual al comienzo de la corrección del control de inyección de combustible el shock del par motor y similar causado por la conmutación del control de inyección de combustible son evitados. Además, en la representación, también la corrección de recuperación del control de inyección de combustible causado por la conmutación a una combustión normal, el control de retraso (tiempo de espera) es incorporado en la corrección así se puede tratar con un retraso de respuesta en el volumen de gas EGR y el volumen de aire, optimizando por ello el control de la inyección de combustible. El establecimiento de un tiempo de retraso es determinado en consideración a las condiciones marcadas arriba.

30 En el motor de combustión interna de acuerdo con la representación descrita arriba, varios problemas causado con la conmutación del estado de combustión son mejorados procesando durante la transición del estado de combustión, un control adicional tal como ejecutando un control de exceso por excedente del montante de control de cada válvula 13, 26 ejecutando un control de restricción de la inyección de combustible en el cual el control de retraso es incorporado en la corrección del control de combustible, y ejecutando el control de cambio gradual cuando se conmuta el control de inyección de combustible.

35 Esto es, el estado de combustión es conmutado rápidamente por el control de exceso, y por ello un estado de combustión inestable durante la transición que es causado por un retraso en la respuesta del volumen de gas EGR y del volumen de aire se mejora. Además, el control de inyección de combustible es optimizado incorporando un retraso en la corrección del control de inyección de combustible ejecutando el cambio gradual. Como resultado, la mejora en la conducción, reducción del ruido de conducción, supresión de humos, y similares pueden ser conseguidos.

40 Sin embargo, de acuerdo al motor diesel de esta representación tiene una sub-inyección, así llamada "inyección piloto", que es ejecutada antes de la inyección principal de combustible, (de aquí en adelante llamada inyección principal) del motor de combustión interna, llevada a cabo como un control del control de inyección básica de combustible.

45 La inyección piloto inyecta algo de combustible en el motor, que es inyectado para la inyección principal, en la cámara de combustión 2 por adelantado, así se crea una fuente de calor que sirve como un quemador piloto para la combustión principal, suprimiendo por ello una subida súbita en la presión de combustión y temperatura de combustión durante la combustión principal. Esto es, la ejecución de la inyección piloto hace la combustión lenta, reduciendo por ello el ruido de combustión y suprimiendo la generación de óxidos de nitrógeno (NOx), y similares. Además, la capacidad de ignición del combustible inyectado en la inyección principal mejora y es suprimida la generación de cenizas.

50 Sin embargo, el motor diesel 1 de acuerdo a esta representación en algunos casos tiene el motor operado con estado de conmutación de combustión a baja temperatura en el cual la combustión llega a ser lenta. En tales casos, como en el caso cuando la inyección piloto es ejecutada, se consigue la reducción en el ruido de combustión y supresión de la emisión de sustancias nocivas. En consecuencia, desde la inyección piloto que tiene solamente un pequeño efecto en el rendimiento del motor conduce a un incremento en la combustión de combustible y similares, la ejecución de la inyección piloto puede preferiblemente ser evitada tanto como sea posible.

ES 2 315 334 T3

Sin embargo, la ejecución o no ejecución de la inyección piloto es simplemente determinada en respuesta a una petición de la conmutación del estado de combustión y ello lleva a problemas tales como el ruido de combustión que se incrementa temporalmente debido a la prohibición de la inyección piloto. Por ello, en el motor de combustión interna de acuerdo con esta representación, un periodo para la ejecución de la inyección piloto es controlado apropiadamente de acuerdo a varias condiciones, por ello alcanzando ambas prohibición de la inyección piloto y supresión del ruido de combustión. Esto es, un control de la inyección piloto que apropiadamente restringe la ejecución de la inyección piloto es procesado junto con un control de conmutación del estado de combustión, y por ello ambas prohibiciones de la inyección piloto y supresión del ruido de combustión son conseguidas. Después, será explicado el control de la inyección piloto.

Primeramente, el control de la inyección piloto al ser procesado en la conmutación de la combustión a baja temperatura es explicado en el mapa de tiempo mostrado en la figura 4.

En la conmutación de la combustión a baja temperatura, la inyección piloto es prohibida después que el control de exceso que es ejecutado en el control de conmutación del estado de combustión y después del control de corrección de inyección de combustible.

Esto es, porque un montante excesivo de oxígeno aun permanece en la cámara de combustión 2 antes del control de exceso, y puede decirse que este es un estado en el cual el ruido, humo de combustión, y similares son mas posiblemente generados. Por ello, en el control de la inyección piloto, la prohibición de la inyección piloto es llevada en un stan-by hasta que el montante de oxígeno en la cámara de combustión 2 es suficientemente reducido, así se previene el incremento temporal del ruido de combustión causado por la prohibición temprana de la inyección piloto. En otras palabras, la inyección piloto es continuada hasta que el montante de oxígeno en la combustión de la cámara 2 es suficientemente reducido.

Además, cuando se conmuta al estado de segunda combustión, la inyección piloto es prohibida después de que una vez se exceda el control de la cantidad del volumen de gas EGR y el volumen de aire. Esto es, el volumen de gas EGR y el volumen de aire son activamente cambiados para así alcanzar una conmutación temprana en el estado de combustión, y la inyección piloto es prohibida sobre el establecimiento de un segundo estado de combustión. Como resultado de ello, el ruido de combustión durante la transición es suprimido.

Además, el rendimiento del motor se reduce y la estabilidad del estado de combustión es también reducida después del comienzo del control de exceso. Por ello, la inyección piloto es continuamente llevada a cabo hasta la estabilidad del rendimiento del motor y el estado de combustión es asegurado por la ejecución del control de corrección de la inyección de combustible, de tal manera que se suprime el decremento temporal del rendimiento del motor y la estabilidad de la reducción de la combustión. Por ello, una vez que se completa el control de corrección de la inyección de combustible, la inyección piloto es finalmente prohibida.

En el sistema de control de la inyección piloto descrita arriba, la inyección piloto es prohibida después del procesado del control de exceso y el control de corrección de la inyección de combustible procesado en el control de conmutación del estado de combustión, mientras se suprime un incremento temporal del ruido de combustión, un cambio en el rendimiento del motor, y similares, que son causados por la prohibición piloto en un estado en el cual estado de segunda combustión aun no se ha establecido, llamado periodo de transición.

Además, añadido al efecto esencial de la inyección piloto que reduce ruido de combustión proporcionando una fuente de calor que sirve de quemador piloto dentro de la cámara de combustión 2 por anticipado, el oxígeno en la cámara de combustión 2 es activamente consumido durante un periodo continuado de la inyección piloto. De acuerdo con ello, el estado de combustión que es mas cercano a la combustión a baja temperatura se establece en la cámara de combustión 2. Consecuentemente, también en este respecto, se reduce el ruido de combustión y se suprime la generación de humo y similares.

Seguidamente, refiriéndonos al mapa de tiempo mostrado en la figura 5 se darán descripciones de detalles del control de la inyección piloto para ser procesada en conmutación desde una combustión a baja temperatura a la combustión normal.

Cuando se conmuta a la combustión normal, la inyección piloto es reiniciada antes del comienzo del control de exceso que es procesado en el control de conmutación del estado de combustión y antes de completar la corrección del control de inyección de combustible.

Esto es, si la inyección piloto es reiniciada después de empezar el control de exceso, el ruido de combustión el cual ha sido suprimido por la combustión a baja temperatura se incrementa hasta la transición a la combustión normal, tanto como al comienzo del control de exceso. Así, en el control de la inyección piloto, la inyección piloto es reiniciada antes de empezar el control de exceso, para así prevenir la generación de ruido de combustión causado con el comienzo del control de exceso.

Además, si la inyección piloto es reiniciada después de que la corrección del control de la inyección de combustible sea completada, la generación de cenizas y oxido de nitrógeno (NOx) se incrementa temporalmente durante la transición desde la combustión a baja temperatura a la combustión normal, y la combustibilidad del combustible in-

ES 2 315 334 T3

yectado en el motor también decrece debido al retraso en el tiempo de la inyección. Por ello, reiniciando la inyección piloto por anticipado, la emisión de cenizas y de óxido de nitrógeno (NOx) es suprimido. Al mismo tiempo, el mal encendido debido al retraso en el tiempo de la inyección es suprimido mediante la ejecución de la inyección piloto.

5 En la Figura 5, el tiempo para reiniciar la inyección piloto y ello para el comienzo del control de exceso y el control de corrección de la inyección de combustible son programados al mismo tiempo. De todas maneras, el ejemplo mostrado en la figura 5 es solo una representación del invento, y, por ejemplo, el tiempo para reiniciar la inyección piloto pueden ser determinada con anterioridad al control de exceso y al control de corrección de la inyección de combustible.

10

En el control de la inyección piloto como es descrita arriba, la ejecución de la inyección piloto es restringida de tal manera que un periodo de tiempo existe entre el periodo de funcionamiento del motor con el estado de combustión conmutado a combustión a baja temperatura en el cual la combustión empieza despacio y un tiempo para ejecutar la inyección piloto. Además, un periodo de prohibición de la inyección piloto es determinada en consideración a la transición del estado de combustión y la influencia del control de corrección de la inyección de combustible y similares, suprimiendo por ello la generación de ruido de combustión y similares.

15

La representación arriba mencionada es solo un ejemplo, y los detalles pueden ser modificados apropiadamente dentro del ámbito de las reivindicaciones.

20

Por ejemplo, en la representación arriba mencionada, la inyección piloto es reiniciada en sincronización con el control de exceso y el control de corrección de la inyección de combustible cuando se da la conmutación desde una combustión a baja temperatura a una combustión normal. De todas maneras, el tiempo de comienzo del control de exceso y del control de corrección de la inyección de combustible puede ser retrasado relativamente hacia el comienzo de la inyección piloto.

25

Además, un modo de control y una estructura del programa de control pueden ser modificadas apropiadamente como se deseé. Tales modificaciones pueden, por ejemplo, prohibir la inyección piloto después de transcurrido un periodo predeterminado después de la conmutación del estado de combustión cuando se conmuta a la combustión a baja temperatura, y, en adición, predeterminar un estado de combustión al momento presente basándose en el cambio de cada uno de los output de los sensores anteriormente mencionados como la ejecución de control y la no ejecución de la inyección piloto de acuerdo al estado de combustión pronosticado basándose en el cambio de output.

30

Además, en el caso de que el programa de control es estructurado como que la inyección piloto sea prohibida después de un periodo de tiempo predeterminado, el tiempo requerido para la conmutación del estado de combustión es confirmado por adelantado basándose en cada experimento preliminar y los similares, y el tiempo confirmado es contado después del comienzo de la conmutación del estado de combustión. Cuando el tiempo confirmado alcanza un tiempo predeterminado, la inyección piloto es prohibida. Mientras, para dar un ejemplo de control de la inyección piloto basada en el output de cada sensor, varios métodos pueden ser seleccionadas como un estándar para determinar la ejecución y no-ejecución de la inyección piloto, tales como para prohibir la inyección piloto después de detectarse una indicación del output como, por ejemplo, una proporción de aire-combustible detectada en el gas de expulsión por el sensor de proporción de aire-combustible 47 en un valor predeterminado o mas bajo, y la cantidad de aire de admisión detectada por el medidor de flujo de aire 45 esta predeterminada en un valor o mas bajo.

40

Además, en la representación precedente, la inyección piloto es prohibida después del control de exceso y del control de corrección de la inyección de combustible cuando conmuta a una combustión a baja temperatura. Sin embargo, si un periodo de prohibición de la inyección piloto es establecido en consideración de la reducción del ruido de combustión solamente, la inyección piloto puede ser prohibida con la única condición de que el control de exceso sea completado.

50

Además, en la representación arriba descrita, la inyección piloto es restringida en consideración a un incremento del ruido de combustión, a un cambio en el output del motor, y similares. Sin embargo, si la principal prioridad es dado solo sobre la prohibición de la inyección piloto durante la combustión a baja temperatura, el periodo de tiempo puede estar listo tanto como sea posible entre el periodo de ejecución de la inyección piloto y el periodo de operación del motor con la conmutación del estado de combustión en la combustión a baja temperatura por, por ejemplo, conmutando la combustión a baja temperatura después de que la inyección piloto sea prohibida, o por conmutación a la combustión a baja temperatura cuando la inyección piloto no es ejecutada. En un caso de que el estado de combustión sea conmutado en una combustión a baja temperatura después de que la inyección piloto sea prohibida, un beneficio puede también ser ganado tal como suprimiendo un cambio en la proporción del aire-combustible en el gas de expulsión durante la transición debida a la inyección piloto, de ese modo facilitando el control de retroalimentación a partir de entonces. Como es descrito arriba, de acuerdo con la invención, la ejecución de la inyección piloto puede ser prohibida durante un periodo predeterminado incluyendo al menos un periodo de operación de motor con el estado de combustión conmutado en una combustión a baja temperatura.

60

Además, en esta representación, el sistema de control de la inyección de combustible puede temporalmente avanzar y corregir el tiempo de inyección y la inyección de combustible principal para el motor de combustión interna en caso de combustión a baja temperatura, y el sistema de control de la inyección piloto puede prohibir la inyección piloto, cuando conmutando desde la combustión normal a la combustión a baja temperatura después de que el control de

65

ES 2 315 334 T3

sobrecarga es ejecutado por la conmutación del sistema del estado de combustión y también después de que el tiempo de inyección de combustible es avanzado y corregido por el sistema de control de la inyección de combustible.

5 Esto es, añadido el control de sobrecarga el tiempo de inyección de la inyección principal de combustible es avanzado por el control de corrección del tiempo de inyección que es un control de el sistema de control de inyección de combustible, suprimiendo por ello una reducción en la estabilidad de combustión causada por la conmutación de la combustión a baja temperatura. Además aunque la inyección piloto es prohibida durante la combustión a baja temperatura, si la inyección piloto esta prohibida antes de la corrección (avance), del tiempo de inyección, la combustibilidad de la inyección principal de combustible es temporalmente reducida debido a tal prohibición de la inyección piloto.
10 Para tratar con este problema, la inyección piloto es prohibida después de que el tiempo de inyección de combustible es avanzado y corregido, por ello permitiendo la prohibición de la inyección piloto sin reducir la estabilidad del rendimiento del motor.

15 Además, de acuerdo con esta representación, el sistema de control de la inyección piloto puede reiniciarse, cuando se conmuta desde la combustión a baja temperatura a la combustión normal, la inyección piloto antes de iniciar el control de sobrecarga por el sistema de conmutación del estado de combustión, y también antes que se complete la corrección y avance del tiempo de inyección de combustible por el sistema de control de inyección de combustible.

20 En otras palabras, cuando se conmuta desde la combustión a baja temperatura a la combustión normal, de acuerdo con la estructura siguiente, la inyección piloto es reiniciada antes que el comienzo del control de sobrecarga y también antes que se complete el tiempo de corrección y avance del tiempo de inyección de combustible. Esto es, si la inyección piloto es reiniciada después de completarse la corrección del volumen de inyección de combustible, la estabilidad de combustión es reducida debido al retraso del tiempo de inyección de la combustión a baja temperatura a la combustión normal. Por ello, reiniciando la inyección piloto por anticipado, una reducción de la estabilidad de conducción debida al retraso en el tiempo de la inyección es suprimida, el termino “antes de completarse la corrección” referido arriba también incluye un punto de tiempo sobre el cumplimiento de la corrección.

Cada representación descrita arriba puede ciertamente ser combinada dentro de la meta del objetivo de la invención. Por ejemplo, conmutando desde el estado de primera combustión al estado de segunda combustión tal como es arriba mencionada, la inyección piloto es prohibida después de procesar todo el control de sobrecarga, la corrección del volumen de la inyección de combustible y la corrección del tiempo de inyección del combustible. Así mismo la representación puede ser combinada como sea apropiado dentro de la meta de cada una de las anteriores estructuras.

35 Tal como descrito arriba, la inyección piloto es preferiblemente restringida de tal manera que un intervalo de tiempo existe tanto como sea posible entre el periodo del estado de segunda combustión en el cual la combustión llega a ser lenta y el tiempo de ejecución de la inyección piloto. Además, la generación del ruido de combustión y similar puede ser suprimida estableciendo el periodo de prohibición de la inyección piloto en consideración a al transición del estado de combustión, y una influencia del control de corrección de la inyección de combustible y similar.

40 De acuerdo a esta representación descrita arriba, el motor de combustión interna provista con una tecnología de control de motor, por la cual la inyección piloto durante la combustión a baja temperatura es restringida y la generación de ruido de combustión y similares causado por la prohibición de la inyección piloto puede ser suprimida, puede ser previsto.

45 Un motor de combustión interna (1) es capaz de conmutar durante la operación del motor, entre un estado de combustión a baja temperatura en el cual el aire de entrada con alto porcentaje de EGR es quemada para operar el motor, y un estado de combustión normal en la cual el aire de entrada con un porcentaje bajo de EGR es quemada para operar el motor. En el motor de combustión interna (1) la inyección piloto es ejecutada añadida a la inyección de combustible principal, y además la ejecución de la inyección piloto es restringida durante la operación del motor conmutando del estado de combustión a un estado de combustión a baja temperatura.
50

55

60

65

ES 2 315 334 T3

REIVINDICACIONES

1. Un motor de combustión interna (1) teniendo características de combustión en las cuales, cuando el porcentaje de un gas inerte contenido en la mezcla aire-combustible sujeto a la combustión se acerca a un valor predeterminado, un montante de ceniza generado durante la combustión alcanza gradualmente un pico, y el montante de cenizas generado disminuye cuando la proporción es incrementada mas allá, comprendiendo:

Un sistema de conmutación del estado de combustión para conmutar el estado de primera combustión en el cual la generación de cenizas es suprimida suprimiendo el porcentaje de gas inerte por debajo de un valor predeterminado, y un estado de segunda combustión en la cual la generación de cenizas es suprimida manteniendo el porcentaje de gas inerte en un rango por encima de un valor predeterminado,

Un sistema de control de inyección de combustible para hacer que ejecute un sistema de inyección de combustible del motor de combustión interna (1), además de la inyección principal de combustible para el motor de combustión interna (1), una inyección piloto que precede a la inyección principal de combustible y,

Un sistema de control de la inyección piloto para prohibir una ejecución de la inyección piloto durante un periodo predeterminado incluyendo al menos un periodo de la segunda combustión

Caracterizado porque el gas inerte es un gas EGR que retorna desde el pasaje de expulsión (19) al pasaje de admisión (9), sistema de conmutación el estado de combustión incluye medios de control del volumen de gas EGR (20) para controlar el volumen de gas EGR que retorna al pasaje de admisión (9), sistema de control de volumen de aire (13) para controlar un volumen de aire que fluye dentro de la cámara de combustión a través del pasaje de admisión (9), y sistema de control de exceso para que una vez se produzca el exceso un sistema de control del montante del volumen del gas EGR (26) para cuando se produzca el exceso y un sistema de control de volumen de aire (13) de acuerdo con estos requisitos para conmutar el estado de combustión así como para conmutar el estado de combustión en un estadio temprano, y sistema de control de la inyección de combustible incrementa temporalmente y corrige el volumen de inyección de combustible del motor de combustión interna (1) durante el periodo del estado de segunda combustión, y

El sistema de control de la inyección piloto prohíbe, cuando se conmuta desde el estado de primera combustión al estado de segunda combustión, la inyección piloto después que se ejecuta un control de exceso por el mecanismo conmutador del estado de combustión y después que el volumen de inyección de combustible es incrementado y corregido por el mecanismo de control de la inyección de combustible.

2. El motor de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado** porque el sistema de control de la inyección piloto prohíbe la inyección piloto después del transcurso de un periodo predeterminado después del comienzo de conmutación desde el estado de primera combustión al estado de segunda combustión.

3. Un motor de combustión interna de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2 **caracterizado** porque el sistema de control de la inyección piloto reinicia la inyección piloto antes de la conmutación desde el estado de segunda combustión al estado de primera combustión.

4. El motor de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 3 **caracterizado** porque el sistema de control de la inyección piloto reinicia la inyección piloto antes de que el control de exceso sea iniciado por el sistema que conmuta el estado de combustión, cuando se conmuta del estado de segunda combustión al estado de primera combustión.

5. El motor de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 4 **caracterizado** porque el sistema de control de la inyección piloto reinicia, cuando se conmuta desde el estado de segunda combustión al estado de primera combustión, antes la inyección piloto que el control de exceso se iniciado por el sistema conmutador del estado de combustión y antes que el incremento y corrección del volumen de inyección de combustible por el sistema de inyección de combustible sea completado.

6. El motor de combustión interna de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones de la 3 a la 5 **caracterizado** porque el sistema de control de la inyección de combustible avanza y corrige temporalmente el periodo de inyección de combustible de la inyección principal de combustible para el motor de combustión interna (1) durante el periodo del estado de segunda combustión, y el mecanismo de control de la inyección piloto, prohíbe cuando se conmuta desde el estado de primera combustión al estado de segunda combustión, la inyección piloto después que el control de exceso es ejecutado por el sistema conmutador del estado de combustión y después del periodo de inyección de combustible es avanzado y corregido por el sistema de control de la inyección de combustible.

7. El motor de combustión interna de acuerdo a la reivindicación 6, **caracterizado** porque el sistema de control de la inyección piloto reinicia, mientras se conmuta desde el estado de segunda combustión al estado de primera combustión, la inyección piloto antes que el control de exceso sea iniciado por el mecanismo conmutador del estado de combustión y antes que el periodo de avance y corrección de la inyección de combustible por el sistema de control de la inyección de combustible sea completado.

ES 2 315 334 T3

8. Un método de control de un motor de combustión interna (1) teniendo una combustión característica en la cual, cuando el porcentaje de gas inerte contenido en la mezcla de aire-combustible sujeto a la combustión se acerca a un valor predeterminado, un montante de cenizas generadas durante la combustión gradualmente alcanza un pico, y el montante de cenizas generadas disminuye cuando el porcentaje se incrementa mas lejos, comprendiendo los pasos de:

5

Conmutación, basada en una señal generada por el conmutador, de un estado de combustión entre el estado de primera combustión en el cual la generación de cenizas es suprimida reduciendo el porcentaje de gas inerte por debajo de una valor predeterminado, y un estado de segunda combustión, en el cual la generación de cenizas es suprimida manteniendo el porcentaje de gas inerte en un rango encima de un valor predeterminado, haciendo que un sistema de inyección de combustible del motor de combustión interna (1) ejecute, además de una inyección de combustible principal para el motor de combustión interna una inyección piloto que precede a la inyección principal de combustible y prohibiendo la ejecución de la inyección piloto durante un periodo predeterminado incluyendo al menos un periodo del estado de segunda combustión,

10

Caracterizado porque un volumen de un gas EGR, ó un inerte, que fluye de retorno en el pasaje de admisión es controlado, un volumen de aire que fluye en la cámara de combustión a través del pasaje de admisión es controlado, y un control de montante del volumen de gas EGR y del volumen de aire es excedido una vez de acuerdo a las peticiones de conmutación del estado de combustión así como para conmutar el estado de combustión en un estadio temprano,

15

Un volumen de inyección de combustible de la inyección de combustible principal para el motor de combustión interna (1) es temporalmente incrementado y corregido y cuando la conmutación desde la primera combustión al estado de segunda combustión, la inyección piloto es prohibida después de que un control de exceso es ejecutado y después de que el volumen de inyección de combustible es incrementado y corregido.

20

9. El método de control del motor de combustión interna de acuerdo a la reivindicación 8, **caracterizado** porque la inyección piloto esta prohibida después que el transcurso de un periodo predeterminado después del comienzo de la conmutación del estado de primera combustión al estado de segunda combustión.

25

10. El método de control del motor de combustión interna de acuerdo a la reivindicación 8 o la reivindicación 9, **caracterizado** porque la inyección piloto es reiniciada antes que la conmutación desde el estado de segunda combustión al estado de primera combustión.

30

11. El método de control del motor de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado** porque la inyección piloto es reiniciada antes del inicio del control de exceso, cuando se conmuta desde el estado de segunda combustión al estado de primera combustión.

35

12. El método de control del motor de combustión interna de acuerdo a la reivindicación 11, **caracterizado** porque la inyección piloto es cuando se conmuta del estado de segunda al estado de primera combustión, es reiniciada antes que el control de exceso sea iniciado y antes de que sea completado el incremento y corrección del volumen de la inyección de combustible.

40

13. El método de control del motor de combustión interna de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, **caracterizado** porque el tiempo de inyección de combustible de la inyección de combustible principal para el motor de combustión interna (1) es temporalmente avanzado y corregido durante el periodo del estado de segunda combustión, y, cuando se conmuta desde el estado de primera combustión al estado de segunda combustión, la inyección piloto es prohibida después que el control de exceso es ejecutado y después que el periodo de inyección de combustible es avanzado y corregido.

45

14. El método de control del motor de combustión interna de acuerdo a la reivindicación 13, **caracterizado** porque la inyección piloto es, cuando se conmuta desde el estado de segunda combustión al estado de primera combustión es reiniciada antes que el control de exceso sea iniciado y antes que el avance y corrección del tiempo de inyección de combustible sea completado.

50

55

60

65

FIG. 1

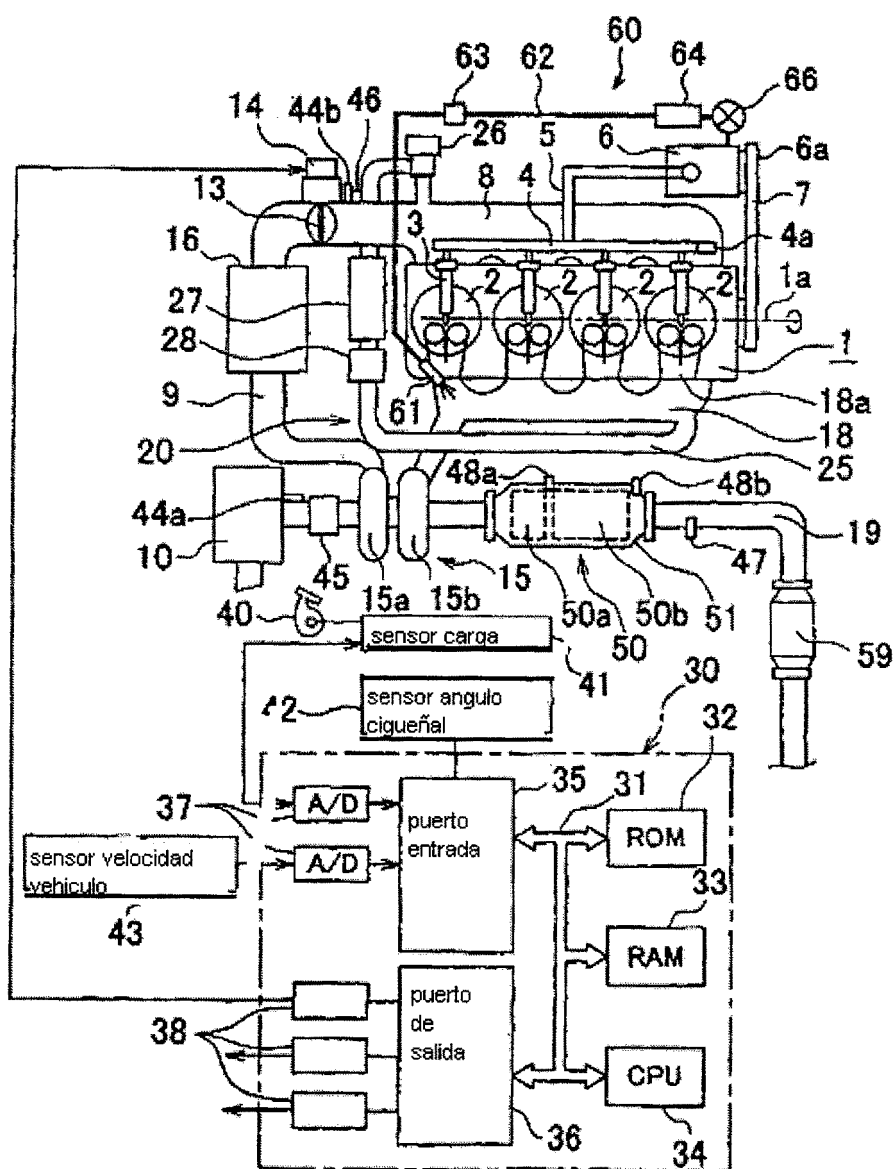


FIG. 2

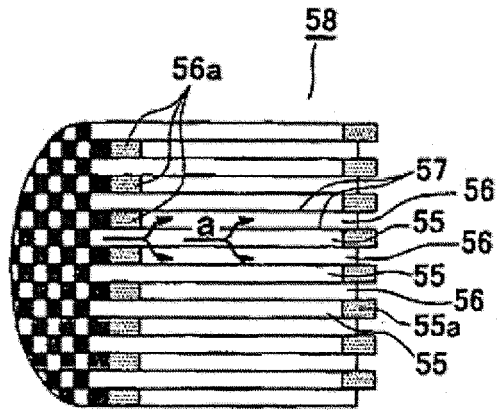


FIG. 3

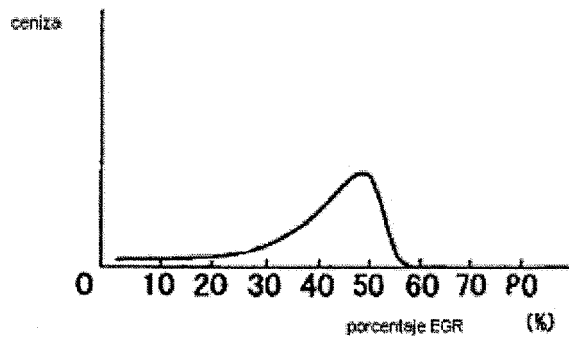


FIG. 4

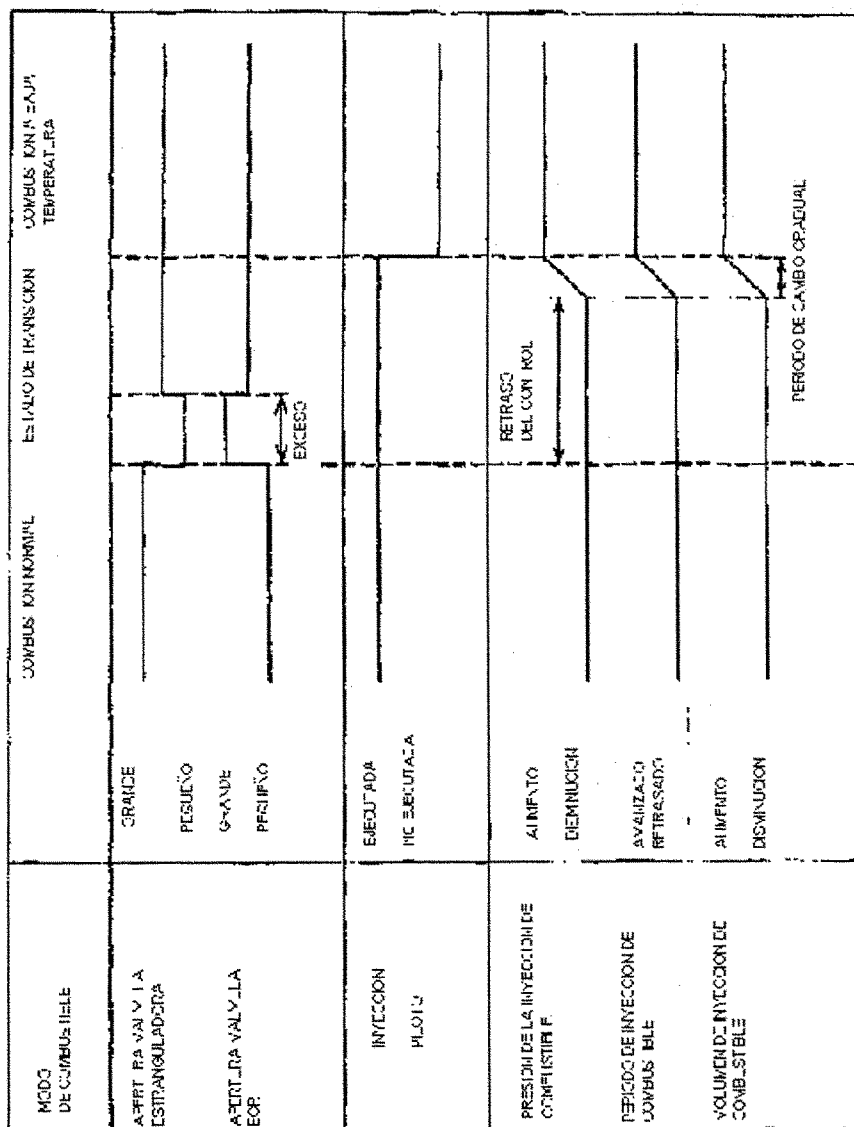


FIG. 5

