



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 555**

51 Int. Cl.:  
**F02M 25/07** (2006.01)  
**F02D 9/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03025982 .4**  
96 Fecha de presentación : **13.11.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1420158**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.05.2004**

54 Título: **Dispositivo de recirculación del gas de escape.**

30 Prioridad: **15.11.2002 JP 2002-331852**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.05.2011**

73 Titular/es: **DENSO CORPORATION**  
**1-1, Showa-cho**  
**Kariya-city, Aichi-pref. 448-8661, JP**

72 Inventor/es: **Nanba, Kunio;**  
**Hashimoto, Koji;**  
**Maeda, Kazuto;**  
**Ikeda, Masatoshi y**  
**Hishinuma, Osamu**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 359 555 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**

La presente invención está relacionada con un dispositivo de recirculación del gas de escape para la recirculación de una parte del gas de escape a un conducto de admisión de una tubería de admisión para un motor de combustión interna, en particular siendo aplicable a una válvula de control del volumen de flujo del dispositivo de recirculación del gas de escape, para ajustar el volumen del flujo del gas de escape para ser mezclado con el aire del conducto de admisión.

Convencionalmente, el dispositivo de recirculación del gas de escape es conocido en donde una parte del gas de escape (gas EGR) que circula en una tubería de escape es mezclado con el aire que fluye en una tubería de admisión, lo cual origina una temperatura de combustión máxima más baja, de forma que se reduzca el material nocivo (por ejemplo, óxido de nitrógeno) contenido en el gas de escape. Puesto que la recirculación del gas de escape afecta negativamente a la potencia y maniobrabilidad del motor de combustión interna, es necesario ajustar el volumen del gas EGR (volumen EGR) que recircula dentro de la tubería de admisión.

A tal fin, el dispositivo de recirculación del gas de escape tiene una válvula de control del volumen del flujo (válvula de control EGR) para ajustar el grado de apertura de la aleta de un conducto de circulación del gas de escape, que está formado en una tubería de circulación del gas de escape. El documento WO01/07808 A1 ó bien el documento WO00/06885 A1 expone un dispositivo de recirculación del gas de escape en donde un eje de una válvula, operativo conjuntamente con una válvula de la válvula de control EGR, es accionado con movimiento recíproco mediante una unidad motriz compuesta por un motor de accionamiento y un mecanismo de reducción de velocidad. Se forma un conducto de circulación del gas de escape en una tubería de circulación del gas de escape para mezclar el gas EGR, una parte del gas de escape que fluye en una tubería de salida para un motor de combustión interna, con el aire que fluye en una tubería de admisión. La válvula está acomodada en el conducto de circulación del gas de escape, de forma que pueda desplazarse dentro de un rango determinado, desde una posición de válvula totalmente abierta hasta una posición de válvula totalmente cerrada.

Con el dispositivo de recirculación del gas de escape, el grado de apertura de la aleta de la válvula de control EGR o el grado o área de apertura del conducto de circulación del gas de escape se ajusta linealmente, de forma que el aire de admisión que sea aspirado dentro de cada cilindro del motor de combustión interna pueda mezclarse con el gas EGR, cuyo volumen, o volumen EGR, esté predeterminado de acuerdo con las condiciones operativas o situaciones del motor de combustión interna para reducir los componentes nocivos del gas de escape.

El dispositivo de recirculación del gas de escape convencional tiene un inconveniente, porque los productos de la combustión tales como el óxido o carburo contenidos en el gas EGR es probable que se depositen o se adhieran en una parte del conducto de circulación del gas de escape, formado en una boquilla cilíndrica fijada en el armazón de la válvula en donde el gas EGR se encuentra estancado. En particular, cuando los depósitos de los productos de combustión están pegados a la periferia circunferencial de la válvula de control EGR y/o en la pared interior de la boquilla cerca de la válvula, la válvula y la boquilla están adheridas o fijadas entre sí, de forma que cuando el motor de combustión interna se para, la válvula EGR apenas se mueve desde la posición de la válvula cerrada en su totalidad, lo cual previene que el gas EGR pueda introducirse en la tubería de admisión para mezclarse con el aire de admisión.

Además de ello, cuando está presente un tiempo frío de invierno, cuando el motor de combustión interna se detiene inmediatamente después de que el vehículo se desplace a una alta velocidad del motor, entonces tiene lugar el fenómeno de la impregnación térmica, en donde la temperatura en la sala del motor se incrementa de forma notable antes de disminuir hasta la temperatura ambiente (por ejemplo, menor de 0°C). Debido a los depósitos pegados entre la periferia circunferencial de la válvula y la pared interna de la boquilla, la válvula se adhiere más firmemente a la boquilla, puesto que los depósitos quedan expuestos al ciclo de calor repetido entre las condiciones de temperatura relativamente alta y baja, lo cual incrementa la fuerza de adhesión. En particular, en el caso de la unidad de potencia cuya fuerza motriz para mover la válvula es relativamente pequeña, será difícil mover la válvula de EGR en la posición de la válvula totalmente cerrada alejándola de la boquilla.

Además de ello, cuando los depósitos se pegan a un espacio en forma de anillo, formado entre una circunferencia exterior del eje de la válvula y un pared interna del agujero del eje en el cual está insertado el eje de la válvula, los depósitos crean una resistencia en la válvula en una posición de la válvula totalmente cerrada en el movimiento de alejamiento de la boquilla. Además de ello, cuando los depósitos se adhieren a un espacio entre un anillo de la junta, el cual sella un espacio libre entre una periferia circunferencial del anillo de la junta, y una pared interna de la boquilla, y una ranura en forma de anillo en la cual se acomoda el anillo de la junta, los depósitos previenen que el anillo de la junta pueda moverse de forma suave, lo cual proporciona una resistencia en la válvula en la posición de cierre total para moverse desde la boquilla hacia la posición de la válvula de apertura total.

El documento JP 200-214816A expone una válvula de tipo mariposa utilizada en un dispositivo EGR de acuerdo con la técnica anterior.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de recirculación del gas de escape en donde la válvula es una válvula EGR que puede moverse fácilmente (con menos potencia) desde una posición de la válvula cerrada totalmente hacia una posición de la válvula totalmente abierta, incluso aunque los productos de combustión se depositen sobre una periferia circunferencial de la válvula. Es un aspecto de la presente invención el proporcionar un dispositivo de recirculación del gas de escape, en donde si los productos de combustión se depositan sobre una

periferia circunferencial de la válvula y/o sobre una pared interior de la boquilla en la proximidad de la posición de válvula totalmente cerrada, los productos de combustión podrán eliminarse fácilmente en la misma.+

El objeto se resuelve mediante un dispositivo que tiene las características de la reivindicación 1.

5 En un dispositivo de recirculación de gas de escape que tiene un armazón de la válvula provisto con un conducto de circulación del gas de escape en comunicación con un conducto de paso del gas de escape del motor de combustión interna para recircular una parte del gas de escape hacia el conducto del aire de admisión, una válvula de control del volumen de flujo está provista con una válvula de charnela alojada en forma movable en el armazón de la válvula para cambiar el grado de apertura del conducto de circulación del gas de escape, y una unidad de accionamiento para accionar rotativamente la válvula de control del volumen de flujo, que está caracterizada porque  
10 cuando se para el motor, o después de dicha parada, la unidad de accionamiento provoca que la válvula de control del volumen de fluido (válvula EGR) se mantenga en una posición de reposo en donde la válvula se abre en un grado dado de apertura de la charnela a partir de una posición de la válvula totalmente cerrada.

La posición de reposo es una posición en donde la válvula se abre en una dirección de cierre de la válvula por medio de un grado dado de apertura de la charnela más allá de la posición de la válvula totalmente cerrada.

15 Con el dispositivo antes mencionado, la válvula apenas se pega a una pared interna del armazón de la válvula, puesto que la válvula se abre mediante un grado dado de apertura de la charnela sin reposar en la posición de la válvula totalmente cerrada cuando se para el motor en la posición de cierre total de la válvula del motor de combustión interna. En consecuencia, cuando arranca el motor de combustión interna, la válvula puede moverse fácilmente desde la posición de la válvula totalmente cerrada hacia la posición de la válvula totalmente abierta, de forma que el grado de apertura de la charnela de la válvula para ajustar un volumen de gas EGR para ser mezclado con el aire de admisión que fluye en una tubería de admisión pueda controlarse con precisión, dando lugar a un descenso de la temperatura de combustión máxima., de forma que pueda reducirse el material nocivo (por ejemplo, óxido de nitrógeno) contenido en el gas de escape.

25 Es preferible que la válvula de control del volumen del flujo tenga un eje de la válvula operativo conjuntamente con la válvula y la unidad de accionamiento tenga un motor de accionamiento provisto con un eje motor desde el cual se genere la fuerza de accionamiento del motor y un mecanismo de transmisión de accionamiento (o bien un mecanismo de un engranaje de reducción de velocidad) a través del cual se transmita la fuerza de accionamiento al eje de la válvula (con una relación de reducción predeterminada de la velocidad).

30 El mecanismo de reducción de velocidad es efectivo para mover la válvula con una fuerza de accionamiento relativamente grande sin ampliar el volumen del motor de accionamiento.

Preferiblemente, la válvula de control del volumen de flujo está provista a lo largo de una periferia circunferencial con un miembro de junta de sellado, para prevenir que el gas de escape tenga fugas a través de espacios libres entre el conducto de circulación del gas de escape y la válvula, cuando ésta se encuentre en la posición de cerrada totalmente.

35 Además de ello, el dispositivo de recirculación del gas de escape antes mencionado, está caracterizado porque la unidad de accionamiento provoca que la válvula de control del volumen de flujo pueda oscilar para que pase a través de la posición de la válvula cerrada totalmente mediante un grado de apertura dada de la charnela durante un periodo dado justo después de que se pare el motor de combustión interna, o bien justo antes de encender el motor de combustión interna.

40 Con el dispositivo anteriormente mencionado, los productos de la combustión depositados sobre una periferia circunferencial de la válvula y una pared interna del conducto de circulación del gas de escape en la proximidad de la posición de la válvula totalmente cerrada, puedan eliminarse fácilmente. En consecuencia, cuando arranca el motor de combustión interna (o cuando se activa), la válvula puede operarse fácilmente desde la posición de la válvula totalmente cerrada hacia la posición de la válvula totalmente abierta, de forma que el grado de apertura de la charnela para ajustar un volumen (volumen EGR) de gas EGR a mezclar con el aire de admisión que fluye en una tubería de admisión pueda ser controlado con precisión, dando lugar a un descenso de la temperatura de combustión máxima, de forma que el material nocivo (por ejemplo óxido de nitrógeno) contenido en el gas de escape pueda reducirse.

45 El periodo dado puede ajustarse de forma que concluya cuando la operación de oscilación de apertura y cierre que pase a través de la posición de la válvula cerrada totalmente se haya repetido en una pluralidad de veces, o bien concluir cuando la corriente operativa a suministrar al motor de accionamiento haya llegado a estar por debajo de un valor predeterminado.

50 Es más preferible que la operación de oscilación a través de la posición de la válvula totalmente cerrada se ejecute justo antes de encender el motor de combustión interna, puesto que los productos de combustión depositados son relativamente duros y frágiles debido a la temperatura relativamente baja, de forma que los productos de combustión puedan eliminarse más fácilmente.

55 Adicionalmente, en caso de que la operación de oscilación pase por la posición de la válvula cerrada totalmente, cuando la corriente operativa a suministrar al motor de accionamiento haya llegado a estar por debajo del

valor predeterminado, el consumo de energía de una batería será menor en el momento en que el motor esté apagado y el alternador del vehículo no esté operativo para la carga con corriente a la batería, dando lugar a una vida más larga de la batería.

5 El dispositivo de recirculación de gas de escape antes mencionado, está caracterizado porque el armazón de la válvula está provisto alrededor del conducto de circulación del gas de escape, o en la proximidad de la válvula en la posición de la válvula totalmente cerrada con un conducto de circulación de un refrigerante a través de cuyo motor circula el refrigerante.

10 Preferiblemente, el refrigerante del motor se hace circular en forma forzada por una bomba eléctrica durante un periodo dado justo después de apagar el motor de combustión interna. El periodo dado puede ser un periodo hasta la terminación de un tiempo predeterminado o de la terminación de una impregnación térmica después de apagar el motor de combustión interna.

15 Puesto que la fuerza adhesiva de los depósitos se incrementa más conforme la diferencia entre la alta temperatura y la baja temperatura es mayor, el conducto de circulación del refrigerante sirve para restringir el incremento o reducción de la temperatura de los depósitos y hacer que la diferencia entre la alta temperatura y la baja temperatura sea relativamente pequeña, de forma que la válvula apenas se pegue o se fije al armazón de la válvula cuando la misma esté en la posición de totalmente cerrada.

20 En el dispositivo de recirculación de gas de escape antes mencionado, cuando el armazón del motor y/o el armazón del engranaje están formados integralmente con el armazón de la válvula, y posicionado en la proximidad del conducto de circulación del gas de escape y el motor de accionamiento y/o el mecanismo del engranaje de reducción de velocidad está acomodado y fijado en el armazón del motor, es preferible que se proporcionen unos medios de aislamiento térmico en el armazón de la válvula, en el armazón del motor y/o la caja de engranajes para aislar el calor a transmitir entre el conducto de circulación del gas de escape y el motor de accionamiento y/o la caja de engranajes. Los medios de aislamiento térmico sirven para prevenir la reducción de la fuerza del motor de accionamiento y/o la deformación de los engranajes, hechos típicamente de resina, debido a la temperatura más alta.

25 Los medios de aislamiento térmico pueden ser un conducto de circulación del refrigerante a través del cual circula el refrigerante del motor, una capa libre de aire dentro de la cual se introduce aire atmosférico, o bien una porción límite del armazón de la válvula y el armazón del motor cuya zona de sección transversal es más pequeña que la de otra porción del armazón de la válvula o el armazón del motor existente entre el conducto de circulación del gas de escape y el motor de accionamiento.

30 Además de ello, es preferible que, en el dispositivo de recirculación del gas de escape antes mencionado, el eje de la válvula sobre un lado extremo axial del mismo está soportado parcialmente rotativamente por un cojinete fijado en el armazón de la válvula. Con más detalles, el armazón de la válvula tiene un agujero del eje en el cual el cojinete esta encajado a presión, y el eje de la válvula se extiende a través del cojinete hacia el conducto de circulación del gas de escape. Puesto que el cojinete soporta un extremo axial del eje de la válvula, un área sobre la cual el depósito de los productos de combustión está limitado relativamente, de forma que la fuerza adhesiva de la válvula al armazón de la válvula en la posición de la válvula totalmente cerrada será relativamente pequeña.

35 Es preferible que se disponga de un lubricante en el espacio libre entre la superficie exterior del eje de la válvula y una pared interior del agujero del eje, en una posición entre el conducto y el rodamiento de circulación del gas de escape. El lubricante sirve para prevenir la deposición de los productos de combustión sobre el espacio libre, de forma que sea suave el movimiento de la válvula.

40 En caso de que la válvula esté provista en una periferia circunferencial de la misma con una ranura de fijación de forma de anillo y un anillo de junta hermética retenido por la ranura de fijación para entrar en contacto deslizable con una pared interior del armazón de la válvula, preferiblemente se encontrará dispuesto un lubricante en un espacio libre entre la ranura de retención y el anillo de la junta hermética. El lubricante sirve para prevenir el depósito de los productos de combustión sobre el espacio libre, de forma que el movimiento del anillo de sellado en la ranura de retención sea suave, lo cual dará lugar a prevenir las fugas del gas EGR cuando la válvula esté en la posición de la misma de cierre total.

45 El lubricante es preferiblemente un material de lubricación sólido o de gel, cuyo ingrediente principal es bisulfato de molibdeno en polvo, grafito, grasa de grafito o bien grasa de fibra.

50 Se apreciarán otras características y ventajas de la presente invención, así como también los métodos de operación y la función de las partes relacionadas, a partir del estudio de la siguiente descripción detallada, y de las reivindicaciones adjuntas, y dibujos, todo lo cual forma parte de esta solicitud. En los dibujos:

la figura 1 es una sección transversal de un cuerpo completo de un dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con una primera realización;

55 la figura 2 es una vista en sección transversal ampliada de una parte del dispositivo de recirculación del gas de escape que se muestra en la figura 1;

la figura 3 es un grafico que muestra una relación entre un grado de apertura de la charnela de la válvula EGR y el volumen EGR de acuerdo con la primera realización;

la figura 4 es un diagrama de flujo de tiempos que muestra un cambio de una salida del sensor de volumen EGR de acuerdo con la primera realización;

5 la figura 5 es un diagrama de tiempos que muestra un cambio de una corriente operativa para un motor de accionamiento, cuando el motor se apaga de acuerdo con la primera realización;

la figura 6 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea VI-VI de la figura 1;

la figura 7 es una vista en sección transversal de un cuerpo completo de un dispositivo de recirculación del gas de escape de una segunda realización;

10 la figura 8 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea VII-VII de la figura 7;

la figura 9 es una vista frontal de un cuerpo completo de un dispositivo de recirculación de gas de escape, de acuerdo con una tercera realización;

la figura 10 es una vista en sección transversal de un cuerpo completo de un dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con una cuarta realización;

15 la figura 11 es una vista en sección transversal de una parte principal de un dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con una quinta realización, y

la figura 12 es una vista en sección transversal de una parte principal de un dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con una sexta realización.

#### **(Primera realización)**

20 Las figuras 1 a 6 muestran una primera realización de la presente invención. La figura 1 muestra una estructura completa de un dispositivo de recirculación del gas de escape. La figura 2 muestra una parte principal del dispositivo de recirculación del gas de escape.

25 El dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con la primera realización está compuesto por un armazón 1 de la válvula, que constituye una parte de una tubería de recirculación del gas de escape conectada a una tubería de escape de un motor de combustión interna para la recirculación de una parte del gas de escape (gas EGR), en donde se incluye una válvula de control del volumen de flujo (válvula de control EGR) que tiene una boquilla cilíndrica 2 montada en un conducto interior 10 formado en el armazón de la válvula 1 y conectado a la tubería de recirculación del gas de escape, una válvula 3 acomodada en la boquilla 2, para abrir y cerrar la boquilla 2, y un eje de válvula 4 rotatorio conjuntamente con la boquilla 2, una unidad de accionamiento que tiene un motor de accionamiento 5 para accionar en forma rotatoria el eje 4 de la válvula, y un mecanismo de transmisión motriz para transmitir la rotación del motor motriz 5 al eje de la válvula 4 de la válvula EGR de control, y una unidad de control del motor (ECU) para controlar el motor de accionamiento 5 de la unidad de accionamiento. El dispositivo de recirculación del gas de escape tiene además un sensor de volumen EGR (consúltese la figura 4), en donde el grado de apertura de la charnela de la válvula 3 de control EGR, que representa el volumen del gas EGR mezclar con el aire de admisión que circula en una tubería de admisión, es decir, un volumen (volumen EGR) de recirculación del gas de escape dirigido la tubería de admisión, se convierte en una señal eléctrica de salida de la unidad ECU.

35 Tal como se muestra en la figura 4, el sensor de volumen EGR genera un valor de voltaje de limite superior (por ejemplo, 4 voltios) cuando el grado de apertura de la charnela de la válvula 3 de la válvula de control EGR se encuentre en una posición de la válvula totalmente abierta (grado máximo de apertura de la charnela, o valor máximo de elevación, y un valor del voltaje de limite inferior (por ejemplo, 1 voltio), cuando el grado de apertura de la charnela de la válvula 3 de la válvula de control EGR esté en la posición de válvula totalmente cerrada (grado mínimo de apertura de la charnela, o valor de elevación mínimo). El sensor de volumen EGR está compuesto por un rotor 11, que está hecho de material metálico tal como el hierro (material magnético), el cual está fijado a un extremo axial del eje 4 de la válvula (en el lado derecho en la figura 1) y cuya sección transversal está formada en la forma de un lado abierto cuadrado, con imanes permanentes 12 de tipo dividido (de forma aproximadamente cuadrada), con yugos (de cuerpo magnético no mostrado) a magnetizar por los imanes permanentes 12, en donde una pluralidad de elementos de efecto Hall 13 están dispuestos integralmente sobre una cubierta del sensor 9, tal que estén opuestos a los imanes permanentes 12, terminales (no mostrados) formados por una placa metálica delgada a través de la cual los elementos Hall 13 están conectados eléctricamente con el lado exterior de la ECU, y un estator 14 hecho de material de metal tal como el hierro (material magnético) para concentrar el flujo magnético en los elementos Hall 13.

45 Los imanes permanentes 12 y los yugos están fijados con cola a la circunferencia interior del rotor 11, el cual está formado por un moldeo por inserción con un engranaje 8 de reducción de la velocidad del lado de la válvula, en uno de los componentes del mecanismo de transmisión motriz. Los imanes 12 permanentes de tipo dividido, cuya sección transversal está formada con un perfil cuadrado, están magnetizados en las direcciones superior e inferior en la figura 1, con uno de los polos N y S en el lado superior, y el otro de los polos N y S en el lado inferior (en la figura 1 cada lado superior es el polo N y cada lado inferior es el polo S). Los elementos Hall 13, que son elementos de detección sin

contactos, están dispuestos para estar opuestos a las circunferencias interiores de los imanes permanentes 12, y cuando el campo magnético del polo N o del polo S se generen sobre las superficies sensibles de los mismos, se generará una fuerza electromotriz sensible al campo magnético (cuando se produzca un campo magnético de polo N, se obtendrá un potencial eléctrico positivo, y cuando se produzca un campo magnético de polo S, se obtendrá un potencial eléctrico negativo).

El armazón de la válvula 1, que aloja la válvula 3 en forma rotatoria a través de un rango desde la posición de la válvula abierta totalmente a la posición de la válvula totalmente cerrada en el conducto de recirculación del gas de escape 15 formado dentro de la boquilla 2, está fijado mediante fijadores tales como pernos a la tubería de recirculación del gas de escape o tubería de admisión del motor. El armazón de la válvula 1 está provisto integralmente con una porción 21 de fijación de la boquilla que tiene el conducto 10 interior al cual se fija la boquilla 2 cilíndrica para retener giratoriamente la válvula 3. Tal como se muestra en la figura 2, el conducto interno 10 de la porción 21 de fijación de la boquilla está provisto en la circunferencia interior con una porción en escalón. El diámetro interior del conducto interno 10 de la porción 21 de fijación de la boquilla en el lado izquierdo de la parte del escalón es mayor que en el lado derecho de la porción de escalón. El armazón 1 de la válvula tiene además un agujero 23 de rodamiento del eje, en comunicación con un agujero del eje 28 formado en la porción 21 de fijación de la boquilla y la boquilla 22. El agujero 23 de rodamiento del eje aloja un rodamiento metálico 22, el cual retiene en forma rotatoria la porción derecha lateral del eje de la válvula 4.

El armazón de la válvula 1, el cual está expuesto a ambientes térmicos severos, está hecho de un material resistente al calor tal como el acero inoxidable que puede resistir una alta temperatura. La boquilla 2 está formada con perfil cilíndrico y, al igual que el armazón de la válvula 1, está hecha de un material resistente al calor, tal como el acero inoxidable que puede resistir altas temperaturas. El rodamiento metálico 22 tiene una forma cilíndrica y está hecho de un material tal como Ni-Cu-C. El armazón de la válvula 1 está provisto integralmente sobre una pared exterior del mismo sobre el lado derecho de la porción 21 y el agujero 23 de rodamiento del eje en la figura 1, con un armazón 23 de engranajes 24 formado con el perfil de una hendidura para alojar rotativamente el mecanismo de transmisión motriz de la unidad de accionamiento.

El armazón de la válvula 1 está provisto integralmente sobre una pared exterior sobre el lado inferior de la porción 21 de montaje de la boquilla y el agujero 23 de rodamiento del eje en la figura 1 con un armazón del motor 25, el cual está formado con la forma de la hendidura para acomodar el motor de accionamiento 5 de la unidad motriz. El armazón de la válvula 1 está provisto además entre la porción 21 de montaje de la boquilla y el armazón del motor 25 y/o la caja de engranajes 24 con espacios libres de aire o espacios que sirven como la capa 26 de aislamiento térmico (medios de aislamiento térmico) para aislar el calor del gas EGR a transmitir hacia el armazón del motor 25 y/o la caja de engranajes 24 del conducto 15 de circulación del gas o el conducto interior 10.

Además de ello o bien en lugar de los espacios de aire o espacios como la capa 26 de aislamiento térmico, el armazón 1 de la válvula puede tener un conducto de recirculación del refrigerante (no mostrado) dispuesto entre la porción 21 de montaje de la boquilla y el armazón del motor 25 y/o la caja de engranajes 24, la cual sirve como los medios de aislamiento térmico 26. Para este fin, el armazón 1 de la válvula puede estar provisto con una tubería de entrada del refrigerante desde la cual fluya el refrigerante del motor dentro del conducto 27 de circulación del refrigerante, y con una tubería de salida del refrigerante (no mostrada), desde la cual el refrigerante del motor pueda fluir en el conducto de circulación del refrigerante.

La cubierta 9 del sensor para recubrir el lado de apertura de la caja de engranajes 24 está fijada al armazón 1 de la válvula en el lado de la apertura de la caja de engranajes 24 (en el lado de la apertura del armazón del motor 25). La cubierta 9 del sensor está hecha de material de plástico térmico para aislar la conducción entre los terminales del sensor de volumen EGR. La tapa del sensor 9, cuya superficie del extremo de montaje llega a estar en contacto con una superficie del extremo de montaje provista en la caja de engranajes 24 o bien el armazón 25 del motor sobre el lado de apertura, está fijada en forma estanca mediante remaches no mostrados o tornillos (consultar los tornillos 30 en la figura 9) en la superficie extrema de montaje de la caja de engranajes 24.

Tal como se ha mencionado anteriormente, la válvula de control EGR está compuesta por la boquilla 2 cilíndrica fijada al conducto interior 10 de la porción 21 de montaje de la boquilla del armazón de la válvula 1, en donde la válvula 3 se acomoda en la boquilla 2, de forma que pueda oscilar o pivotar dentro de rango angular dado que cubra la posición de la válvula abierta totalmente y la posición de la válvula totalmente cerrada, para ajustar el grado de apertura de la charnela, o bien o el área de apertura del conducto 12 de circulación del gas de escape formado en la boquilla 3, y el eje 4 de la válvula rotativamente junto con la válvula 3.

La válvula 3 es una válvula rotatoria del tipo de mariposa (válvula de charnela) formada aproximadamente con el perfil de un disco y hecha de un material resistente al calor tal como el acero inoxidable que pueda resistir la alta temperatura. La válvula 3 está fijada a una parte 3 de la instalación del eje de la válvula 4 mediante una pluralidad de fijaciones 32, tales como los tornillos o los pernos. La válvula 3 está provista sobre una circunferencia exterior con un anillo en forma de hendidura de retención 34 mediante la cual se fija un anillo 33 de sellado (material de sellado). El anillo de sellado 33 entra en un contacto deslizable con una pared interior de la boquilla 2 o bien en la proximidad de la posición de la válvula totalmente cerrada. El anillo de sellado 33 está formado según el perfil de un anillo y de forma similar a la válvula 3, hecho de un material resistente al calor, tal como el acero inoxidable para que pueda resistir las altas temperaturas.

5 El eje 4 de la válvula, que esta hecho de un material resistente al calo tal como el acero inoxidable para que pueda resistir la alta temperatura, tiene una porción 31 de la instalación de la válvula cuya sección transversal está formada con un perfil semicircular al cual está fijada la válvula 3. El eje 4 de la válvula está retenido en forma giratoria por el rodamiento 22 montado a presión en el agujero 23 del rodamiento de la válvula. El eje 4 de la válvula está provisto en un extremo derecho axial del mismo en la figura 1 con una porción de fijación del engranaje 8 lateral de la válvula, un componente del mecanismo de transmisión motriz y el rotor 11, en donde un componente del sensor de volumen EGR está fijado mediante el crimpado. La junta de aceite 35 y un tope 36 de forma de anillo para retener la junta de aceite está en un espacio libre entre una pared interior del agujero del rodamiento del eje 23 y una circunferencia exterior del eje 4 de la válvula en el lado derecho del rodamiento 22 en la figura 1.

10 La unidad motriz está compuesta por el motor de accionamiento para la rotación del eje 4 de la válvula y el mecanismo de transmisión motriz (un mecanismo de engranajes de reducción de la velocidad en esta realización) para transmitir una fuerza de rotación del motor 5 al eje de la válvula 4. El motor de accionamiento 5 está conectado en circuito con los terminales del motor embebidos en la caja de engranajes 24 y la cubierta 89 del sensor, al aplicar corriente a los terminales del motor, siendo entonces operativo. El motor de accionamiento 5 está compuesto por un bastidor 41 frontal de metal, un yugo 42 cilíndrico, una pluralidad de imanes permanentes (no mostrados) un eje del motor (no mostrado), un núcleo de la armadura, una bobina de la armadura y así sucesivamente.

20 El motor de accionamiento 5 es un actuador motorizado (motor de corriente continua) en donde el eje del motor gira al aplicar la corriente al mismo a través de dos terminales de corriente del motor de dos piezas (no mostradas) embebidas y retenidas por la cubierta de la tapa del sensor 9, terminales de conexión del motor de dos piezas (no mostradas) conectados a los terminales de corriente del motor, y sobresaliendo hacia el motor de accionamiento 5 y los terminales de suministro de corriente del motor de dos piezas (no mostrados) conectados en forma desmontable a los terminales de conexión del motor.

25 De acuerdo con la realización mencionada anteriormente, un valor de la corriente del motor 5 de accionamiento está controlado por realimentación con el fin de la demanda de un volumen EGR (grado de apertura de la charnela de objetivo) designado por la ECU para coincidir substancialmente con un volumen EGR de detección (grado de apertura real de la charnela) detectado por el sensor de volumen EGR. Es preferible que el valor de la corriente para el motor de accionamiento 5 esté controlado debidamente, tal como se muestra en la figura 5. La relación de encendido/apagado de una señal de impulsos de control por unidad de tiempo (relación de conducción de corriente, es decir, relación del ciclo de trabajo) se ajusta para variar el grado de apertura de la charnela de la válvula 3 del control EGR de acuerdo con la diferencia (desviación) entre el volumen EGR de demanda EGR y el volumen EGR de detección.

30 El bastidor 41 frontal está fijado y asegurado a un lado de la apertura del armazón 25 del motor por fijadores tales como pernos y tornillos. La porciones extremas laterales frontales plurales del yugo 42 están fijadas al bastidor frontal 41 por crimpado y engastado. La arandela ondulada 43 está dispuesta entre una superficie extrema del yugo 42 y una superficie interior inferior del armazón del motor 25. La arandela ondulada 43 es un miembro de anillo flexible ondulado circunferencialmente que es deformable por flexibilidad en una dirección axial del eje del motor y que genera una fuerza de la presión del motor de accionamiento 5 en una dirección a la derecha en la figura 1 (fuerza de presión del motor 5 hacia el bastidor frontal 41).

40 El mecanismo de engranajes de reducción de la velocidad tiene un engranaje de piñón fijado a una circunstancia exterior del eje motor del motor de accionamiento 5, un engranaje intermedio 7 de reducción de velocidad y engranado con el piñón 6, y un engranaje lateral 8 de la válvula rotatorio y engranado con el engranaje intermedio 7 de reducción de la velocidad. El mecanismo de reducción de la velocidad, que provoca la reducción de la velocidad rotacional del eje motor con una relación de reducción dada, es un miembro motor de la válvula para accionar rotacionalmente el eje de la válvula 4 de control EGR. El engranaje de piñón 6, el cual está hecho de metal con una forma dada, es un engranaje lateral del motor rotatorio conjuntamente con el eje del motor de accionamiento 5.

45 El engranaje 7 intermedio de reducción de la velocidad, el cual está hecho de resina formada con un perfil dado., está fijado rotativamente a una circunstancia exterior de un eje de retención 44, que sirve como un centro de rotación. El engranaje 7 intermedio de reducción de la velocidad está compuesto por un engranaje 45 de gran diámetro engranado con el piñón 6 y un engranaje 46 pequeño engranado con el engranaje 8 lateral de la válvula. El piñón 6 y el engranaje intermedio 7 de reducción de velocidad sirven como unos medios de transmisión del par motor para transmitir el par motor del motor de accionamiento 5 al engranaje lateral 8 de la válvula. Una porción extrema axial (porción extrema derecha en la figura 1) del eje de retención 44 está montada en una hendidura formada en una pared interior de la cubierta del sensor 9. La otra porción extrema axial del eje de retención 44 está montada a presión en una hendidura formada en una pared inferior de la caja de engranajes 24.

55 El engranaje lateral 8 de la válvula, que está hecho de resina y formado aproximadamente con la forma de un anillo, está provisto integralmente sobre una circunferencia exterior con un engranaje 47 engranado con el engranaje de diámetro pequeño 46 del engranaje 7 intermedio de reducción de velocidad. Se encuentra dispuesto un resorte 49 de retorno entre la pared inferior de la caja de engranajes 24 y el extremo izquierdo (en la figura 1) del engranaje 8 lateral de la válvula. El rotor 11, hecho de metal tal como el hierro (material magnético), está fijado por moldeo de inserción a una pared interna del engranaje lateral de la válvula 8.

60 La operación del dispositivo de recirculación del gas de escape está descrita con referencia a las figuras 1 y 2.

5 Cuando una válvula de admisión provista en un orificio de admisión de un cabezal de cilindros de motor se abre al arrancar un motor tal como un motor Diesel, el aire de admisión filtrado a través de un filtro limpiador del aire es suministrado a cada colector de admisión del cilindro motor por medio de una tubería de entrada y un cuerpo de la válvula mariposa y se suministra al cilindro del motor. El aire en el cilindro del motor se comprime hasta un grado en donde su temperatura se incrementa a un valor más alto que la temperatura de combustión del combustible, y entonces el combustible inyectado en el cilindro del motor entra en combustión. El gas de combustión en el cilindro del motor es expulsado desde un orificio de escape del cabezal del cilindro, siendo expulsado a través de un colector de escape y por una tubería de escape. Tal como se muestra en un diagrama característico en la figura 3, el motor de accionamiento 5 se energiza por la ECU y el eje motor del motor de accionamiento 5 gira para obtener un grado dado de apertura de la charnela de la válvula 3 de control EGR.

10 La rotación del eje del motor provoca que el piñón 6 gire y el par motor del motor de accionamiento 5 se transmite al engranaje 45 de gran diámetro el engranaje 7 intermedio de reducción de velocidad. De acuerdo con la rotación del engranaje 45 de gran diámetro, el engranaje 46 de pequeño diámetro gira alrededor de un eje del eje de retención y el engranaje 8 lateral de la válvula, el cual tiene el engranaje 47 engranado con el engranaje 46 de pequeño diámetro que gira a su vez. La rotación del engranaje 8 lateral de la válvula provoca que el eje de la válvula 4 gire en un ángulo dado, tal como se muestra en la figura 2, en donde la válvula 3 de control EGR es accionada desde la posición de válvula totalmente cerrada en una dirección de apertura hacia la posición de la válvula totalmente abierta. A continuación, una parte del gas de escape se hace que circule como un gas EGR dentro del conducto 15 de circulación del gas de escape de la boquilla 2 dentro del armazón 1 de la válvula por medio de la tubería de circulación del gas de escape. El gas EGR en el conducto 15 de circulación del gas de escape circula dentro del conducto del aire de admisión, de forma que el gas EGR se mezcle con el aire de admisión desde el filtro de limpieza de aire.

15 El volumen EGR de gas EGR está controlado por realimentación para mantener un valor dado en el uso de las señales de detección de un sensor del volumen el aire de admisión (medidor del flujo de aire), un sensor de la temperatura del aire de admisión y el sensor de volumen EGR. El aire de admisión que pasa a través de la tubería de admisión para succionarlo en cada cilindro del motor se mezcla con el gas EGR que circula dentro de la tubería de admisión a través del gas de escape para reducir las emisiones nocivas. El volumen EGR del gas EGR se ajusta en cada estado operativo del motor mediante el control lineal del grado de apertura de la charnela de la válvula 3 de la válvula de control EGR.

20 En el dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con la primera realización, el armazón de la válvula está provisto integralmente sobre una pared exterior relativamente en la proximidad del conducto 15 de circulación del gas de escape 15 y el agujero interno con el armazón del motor 25 en donde el motor de accionamiento 5 está acomodado, y mediante el cual se fija rígidamente el motor 5 de accionamiento. Además de ello, el armazón de la válvula 1 está provisto integralmente sobre una pared exterior con la caja de engranajes 24, en donde el engranaje 7 intermedio de reducción de velocidad y el engranaje 8 lateral de la válvula 8, que son componentes del mecanismo del engranaje de reducción de velocidad, se alojan en forma rotatoria.

25 Por ejemplo, en un dispositivo de válvula de mariposa controlado electrónicamente, el refrigerante del motor circula alrededor de un conducto de un cuerpo de válvula de mariposa para prevenir las heladas. No obstante, en el dispositivo de recirculación del gas de escape que se utiliza por debajo de una temperatura (típicamente de 250 a 400°C) mucho más alta que (típicamente de aproximadamente 120°C) la del dispositivo de válvula de mariposa controlada eléctricamente, tanto el interior de la caja de engranajes 24 como el interior del armazón 25 del motor es probable que lleguen a una alta temperatura, puesto que el calor del gas EGR que pase a través del conducto 15 de circulación del gas de escape provisto dentro de la boquilla 2 montada en el armazón de la válvula 1 se transmite hacia el motor de accionamiento 5 y el mecanismo del engranaje de reducción de velocidad. En consecuencia, el engranaje 7 intermedio de reducción de velocidad y el engranaje 8 lateral de la válvula, que están hechos de resina, tienen el riesgo de una deformación. Además de ello, el par motor del motor de accionamiento 5 es probable que se reduzca.

30 Para el fin de restringir la transmisión de calor del gas EGR de alta temperatura desde el conducto de circulación del gas de escape 15 hacia los interiores de la caja de engranajes 24 en el armazón del motor 25, el dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con la primera realización tiene unos medios de aislamiento de calor tales como la capa 26 de aislamiento del calor del espacio de aire provista entre la porción de fijación de la boquilla 21 y el armazón del motor 25 y/o la caja de engranajes 24. Los medios de aislamiento de calor sirven para prevenir la deformación del engranaje 7 intermedio de reducción de la velocidad y el engranaje 8 lateral de la válvula, ambos hechos de resina, así como también la reducción del par motor del motor de accionamiento 5. Los medios de aislamiento de calor no están limitados a la capa 26 de aislamiento del calor del espacio de aire, pero puede ser el conducto 27 de circulación del refrigerante, a través del cual fluye el refrigerante del motor, dispuesto entre la porción 21 de montaje de la boquilla y el armazón del motor 25 y/o la caja de engranajes 24 para restringir la transmisión de calor del gas EGR que circula por el conducto 15 de circulación del gas hacia el motor de accionamiento 5, el engranaje 7 intermedio de reducción y/o el engranaje 8 lateral de la válvula.

35 Además de ello, tal como se muestra en la figura 6, los medios de aislamiento de calor pueden ser una porción 54 límite del armazón de la válvula 1 y el armazón del motor 25, cuya área seccional transversal es menor que la de la otra parte del armazón de la válvula 1 o el armazón del motor 25 existente entre el conducto de circulación del gas de escape 15 y el motor de accionamiento 5. La porción límite del área menor 54 sirve para restringir la transmisión del



calor desde el conducto 15 de circulación del gas de escape al motor de accionamiento 5, dando lugar a prevenir la reducción del par motor del motor de accionamiento 5.

De acuerdo con la primera realización, cuando el motor se apaga, la válvula 3 de control EGR se desplaza en una dirección de cierre de la válvula y deteniéndose en una posición más allá de la posición de la válvula totalmente cerrada mediante un grado de apertura dada de la charnela, tal como se muestra en la figura 3. En caso de que la válvula 3 repose en la posición de la válvula totalmente cerrada durante un periodo en que el motor está apagado, la circunferencia exterior completa de la válvula 3 entra en contacto con la circunferencia interior completa de la boquilla 2, de forma que la válvula es probable que se adhiera a la boquilla 2 debido a los depósitos fijados a la misma. No obstante, conforme la válvula 2 se abre según un grado de apertura, tiene lugar la adherencia de la válvula 3 a la boquilla 2 debido a las deposiciones que apenas tienen lugar, de forma que al arrancar el motor, la válvula 3 puede moverse con facilidad. En consecuencia, la válvula 3 de control EGR puede controlarse según un grado de apertura de la charnela, de forma que se consiga un volumen de apertura de la charnela que sea el necesario, para mezclarse con el aire que fluye en la tubería de admisión, lo cual dará lugar a la reducción de la temperatura de combustión máxima, para reducir el material nocivo (por ejemplo, óxido de nitrógeno) contenido en el gas de escape.

Además de ello, la válvula 3 EGR puede ser controlada para ejecutar una operación de oscilación de apertura y cierre de forma que pase a través de la posición de la válvula totalmente cerrada en un grado de apertura de la charnela durante un periodo dado justo antes de apagar el motor o bien justo antes de que el motor se encienda. En este caso, los productos de combustión depositados sobre una periferia circunferencial de la válvula 3 y una pared interior de la boquilla 2 (el conducto 15 de circulación del gas de escape) en la proximidad de la posición de la válvula totalmente cerrada podrán eliminarse fácilmente.

Es más preferible que la operación de oscilación que pasa por la posición de válvula cerrada totalmente se ejecute justo antes del encendido del motor, puesto que los productos de combustión depositados son relativamente duros y frágiles debido a la temperatura relativamente baja, de forma que los productos de combustión puedan eliminarse más fácilmente.

Es bien conocido en el dispositivo de la válvula de mariposa controlada electrónicamente que cuando el motor se apaga para aparcar o para detener el vehículo, la válvula de mariposa se controla para abrir con un grado de apertura dado, de forma que la válvula de mariposa no pueda bloquearse dentro de un conducto de una válvula de mariposa, debido a una helada, incluso aunque la válvula de mariposa se haya bloqueado, el aire podrá ser succionado a través de un espacio libre entre una periferia circunferencial de la válvula y una pared interior del conducto del cuerpo valvular de mariposa, lo cual permitirá que el vehículo se mueva muy lentamente.

No obstante, las heladas no son problema para la válvula de control EGR. El problema para la válvula de control EGR es que los productos de combustión contenidos en el gas EGR se depositan, y los depósitos previenen que la válvula 3 puedan moverse suavemente desde la posición de la válvula totalmente cerrada hacia la posición de la válvula totalmente abierta. En consecuencia, los depósitos se eliminan por el deslizamiento del anillo 33 de sellado de forma de anillo, el cual está soportado por la ranura de fijación 34 formada en la circunferencia exterior de la válvula 3, sobre la pared interior de la boquilla 2 cuando la válvula 3 se encuentre en la proximidad de la posición de la válvula totalmente cerrada, de una forma tal que la válvula 3 se sobredispare o bien oscile más allá de la posición de la válvula totalmente cerrada en un grado de apertura dado de la charnela, tal como se muestra por una línea de puntos y trazos en el diagrama gráfico de tiempos de la figura 4.

Esta operación de oscilación de apertura y cierre más allá de la posición de la válvula totalmente cerrada pueda repetirse en un tiempo predeterminado justo antes de que el motor se apague, o bien justo antes de que el motor se encienda.

Por el contrario, tal como se muestra en la figura 5, la operación de oscilación de apertura y cierre más allá de la posición de la válvula totalmente cerrada puede ser repetida hasta que la corriente operativa (valor máximo de la corriente en el lado de cierre y apertura de la válvula) a suministrar al motor 5 de accionamiento llegue a estar por debajo de un valor predeterminado. En este caso, el consumo de energía de una batería es menor que en el momento en que el motor está apagado, y en donde el alternador del vehículo no está operativo para cargar corriente a la batería, dando lugar a proporcionar una vida más larga a la batería.

Es más preferible que la operación de oscilación que pasa a través de la posición de cerrado total de la válvula se ejecute justo antes de encender el motor de combustión interna, puesto que los productos de combustión depositados son relativamente duros y frágiles debido a la temperatura relativamente baja, de forma que los productos de combustión puedan eliminarse más fácilmente.

Además de ello, la unidad de accionamiento tiene un motor 5 provisto con un eje motor a partir del cual se genera la fuerza de accionamiento del motor 5, y un mecanismo de engranajes de reducción de la velocidad a través del cual se transmite la fuerza de accionamiento del motor 5 al eje de la válvula 4 con una relación de reducción de la velocidad predeterminada. En consecuencia, incluso aunque los depósitos sean relativamente duros justo antes de encender el motor, los depósitos podrán eliminarse puesto que se obtiene una fuerza relativamente grande para poder mover la válvula 5 sin agrandar el cuerpo del motor de accionamiento 5.

Además de ello, si los depósitos están pegados a un espacio libre entre el eje de la válvula 4 y el agujero 28 del eje en el cual se inserta el eje 4 de la válvula, podrá originarse un problema en donde el eje 4 de la válvula pueda bloquearse o bien ofrecer una resistencia de fricción mayor del eje de la válvula 4. Para afrontar este problema, el eje de la válvula 4 se extiende hacia el conducto 15 de circulación del gas de escape a través del agujero 28 del eje provisto en la porción 21 de fijación de la boquilla y la boquilla 2 de forma tal que solo un lado del extremo axial del eje de la válvula 4 esté soportado por el rodamiento 22 fijado a presión en el agujero 23 de fijación del rodamiento. En consecuencia, un área de una porción o espacio libre al cual se adhieren los depósitos será relativamente pequeña, de forma que la válvula 3 apenas se pegará a la boquilla 2.

#### **(Segunda realización)**

En las figuras 7 y 8 se describe un dispositivo de recirculación de gas de escape de acuerdo con una segunda realización.

La fuerza de adhesión de los depósitos se incrementa conforme los depósitos se exponen repetidamente a altas y bajas temperaturas y la diferencia entre la alta y la baja temperatura es mayor. El dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con la segunda realización tiene un conducto 52 de circulación del refrigerante en donde circula el refrigerante del motor alrededor de la porción 21 del montaje de la boquilla del armazón de la válvula 1 en donde la boquilla 2 está montada. La válvula 3 de la válvula EGR está alojada en forma movable en la boquilla 2 para abrir y cerrar el conducto 15 de circulación del gas de escape. Es decir, el conducto 52 de circulación del refrigerante está posicionado alrededor del conducto 15 de circulación del gas de escape o en la proximidad de la válvula 3 en la posición de la válvula cerrada totalmente.

Tal como se muestra en la figura 7, la tubería 51 de entrada del refrigerante desde la cual fluye el refrigerante y la tubería 53 de salida del refrigerante desde la cual fluye el refrigerante están conectadas al conducto 52 de circulación del refrigerante. Puesto que el refrigerante circula alrededor de la válvula 3 de la válvula EGR y sirve para prevenir que la temperatura de los depósitos adheridos a la periferia circunferencial de la válvula 3 o la pared interna de la boquilla 2 pueda incrementarse hasta una temperatura relativamente alta o bien poder disminuir hasta una temperatura relativamente baja. En consecuencia, la fuerza adhesiva del depósito es relativamente débil, incluso aunque la válvula 3 esté en una posición de una válvula totalmente cerrada, en donde la válvula 3 estará apenas pegada a la boquilla 2.

#### **(Tercera realización)**

Con referencia a la figura 9 se describe un dispositivo de recirculación del gas de escape, de acuerdo con una tercera realización.

En el dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con la tercera realización, el armazón del motor 24, en donde el motor de accionamiento 5 está alojado y fijado, está provisto integralmente sobre la superficie exterior con una pluralidad de nervaduras de radiación de calor. Las nervaduras de radiación de calor sirven no solo para activar la radiación térmica del gas EGR que fluye en el conducto 15 de circulación del gas de escape en la boquilla, sino también para prevenir el incremento de la temperatura del motor de accionamiento 5, lo cual dará lugar a la supresión de la reducción del par motor del motor de accionamiento 5.

#### **(Cuarta realización)**

Con referencia a la figura 10 se describe un dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con una cuarta realización.

El dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con la cuarta realización tiene no solo el conducto 52 de circulación del refrigerante, la tubería 51 de entrada del refrigerante y la tubería 53 de salida del refrigerante, que son similares a las de la segunda realización, sino también una bomba eléctrica (no mostrada) para hacer que el refrigerante del motor (por ejemplo, de 75 a 80°C) circule en forma forzada en el conducto 52 de circulación del refrigerante. Puesto que el dispositivo de recirculación del gas de escape está instalado en una parte del motor en donde está instalado también el dispositivo de refrigeración del motor para enfriar el motor, será aplicable una bomba para el dispositivo de enfriamiento del motor en la bomba eléctrica para el dispositivo de recirculación del gas de escape.

La bomba eléctrica sirve para hacer circular el refrigerante del motor en el conducto 52 de circulación del refrigerante no solo cuando se enciende el motor sino también durante un tiempo dado hasta que se cumpla una condición dada después de que el motor se apague. Por ejemplo, después de que el motor se apague, es probable que la temperatura de los depósitos se incremente a una alta temperatura debido a la impregnación térmica, y a continuación disminuyendo la temperatura. Puesto que la repetición de alta y baja temperatura provoca una fuerza de adherencia más alta de los depósitos, si la bomba eléctrica opera hasta concluya la impregnación térmica justo después de que se apague el motor, con el fin de prevenir el incremento de la temperatura de los depósitos adheridos en la circunferencia exterior de la válvula 3, pudiendo suprimir el pegado de la válvula 3 a la boquilla 2 en la posición de la válvula totalmente cerrada.

**(Quinta realización)**

Con referencia a la figura 11 se describe un dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con una quinta realización.

5 En el dispositivo de recirculación del gas de escape, de acuerdo con la quinta realización, el espacio libre entre el eje de la válvula 4 y el eje del agujero 28 de la válvula EGR es menor para el fin de prevenir las fugas del gas EGR cuando la válvula se encuentre en la posición de la válvula totalmente cerrada.

10 Puesto que el eje de la válvula 4, la boquilla 2 y la porción 21 de montaje de la boquilla están hechos de acero inoxidable, el poder de deslizamiento del eje de la válvula en el agujero del eje 28 no es tan alto. En consecuencia, el lubricante 56, que tiene unas características de lubricación excelentes y con resistencia al calor, está dispuesto en un espacio libre en forma de anillo entre una superficie exterior del eje de la válvula 4 y una pared interior del agujero del eje 28 en una posición entre el conducto 15 de circulación del gas de escape y el rodamiento 22. El lubricante 56 sirve para prevenir la deposición de los productos de combustión sobre el espacio libre, de forma que sea suave el movimiento de la válvula 3.

15 Además de ello, el lubricante 56 sirve no solo para mover el eje de la válvula 4 en el agujero del eje 28 con menos resistencia a la fricción sino también para reducir las fugas del gas EGR con menos resistencia a la fricción del gas EGR a través del espacio libre en forma de anillo, de forma que sea precisa la operación de la apertura y cierre de la válvula 3.

20 El lubricante 56 es preferiblemente un material de lubricación sólido o en forma de ges cuyo principal ingrediente es bisulfuro de molibdeno en polvo, grafito, grasa de grafito o grasa de fibra, de forma que la vida útil del lubricante 56 sea de larga duración. Si el lubricante 56 es un material líquido, existe el riesgo de que el lubricante 56 sea expulsado del espacio libre en forma de anillo por la presión del gas EGR.

**(Sexta realización)**

Con referencia a la figura 12 se expone un dispositivo de recirculación de gas de escape de acuerdo con una sexta realización.

25 El dispositivo de recirculación de gas de escape de acuerdo con la sexta realización tiene un lubricante 57 dispuesto en un espacio libre entre el anillo de junta de sellado 33 y la ranura 34 de retención en donde se fija el anillo de sellado. El lubricante 57 tiene unas características de lubricación excelentes, y sirve para prevenir la deposición de los productos de combustión en el espacio libre entre el anillo de sellado 33 y la ranura de retención 34.

30 En consecuencia, el fallo operativo del anillo de sellado 33 debido a la deposición adherida en el espacio libre o bien la resistencia de fricción incrementada entre el anillo de sellado 33 y la ranura de retención 34 queda prevenido, de forma que el gas EGR pueda tener apenas fugas en el espacio libre entre el anillo de sellado 33 y la pared interior de la boquilla 2 cuando la válvula 3 esté en la posición de la válvula totalmente cerrada. El lubricante 57 es preferiblemente un material sólido o en forma de gel, cuyo principal ingrediente es bisulfuro de molibdeno, grafito, grasa de grafito, o grasa de fibra, de forma que el lubricante 57 tenga una vida útil más duradera. El lubricante 57 puede estar revistiendo solo un lado de la abertura de la ranura de retención 34.

35 En un dispositivo de recirculación de gas de escape, cuando se apaga el motor, la válvula 3 de control EGR se mueve en una dirección de cierre de la válvula y se detiene en una posición más allá de la posición de válvula totalmente cerrada en un grado de apertura dada de la charnela. En caso de que la válvula 3 descanse en la posición de válvula totalmente cerrada durante un periodo de tiempo en que el motor está apagado, la circunferencia exterior completa de la válvula 3 entra en contacto con una circunferencia interior completa de una boquilla 2 de forma que la válvula 3 es probable que se adhiera a la boquilla 2 debido a los depósitos fijados. No obstante, conforme la válvula 3 se abre según un grado de apertura de la charnela, la adherencia de la válvula 3 a la boquilla 2 debido a las deposiciones apenas tiene lugar, de forma que al arrancar el motor, la válvula 3 pueda moverse fácilmente. En consecuencia, la válvula 3 puede estar controlada con precisión para un grado de apertura de la charnela dada, de forma que el volumen necesario del gas EGR pueda ser mezclado con el aire que circule en la tubería de admisión.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de recirculación del gas de escape, que tiene

un armazón de válvula (1) provisto con un conducto (15) de circulación de gas de escape en comunicación con un conducto del gas de escape de un motor de combustión interna para la recirculación de una parte del gas de escape hacia un conducto de aire de admisión,

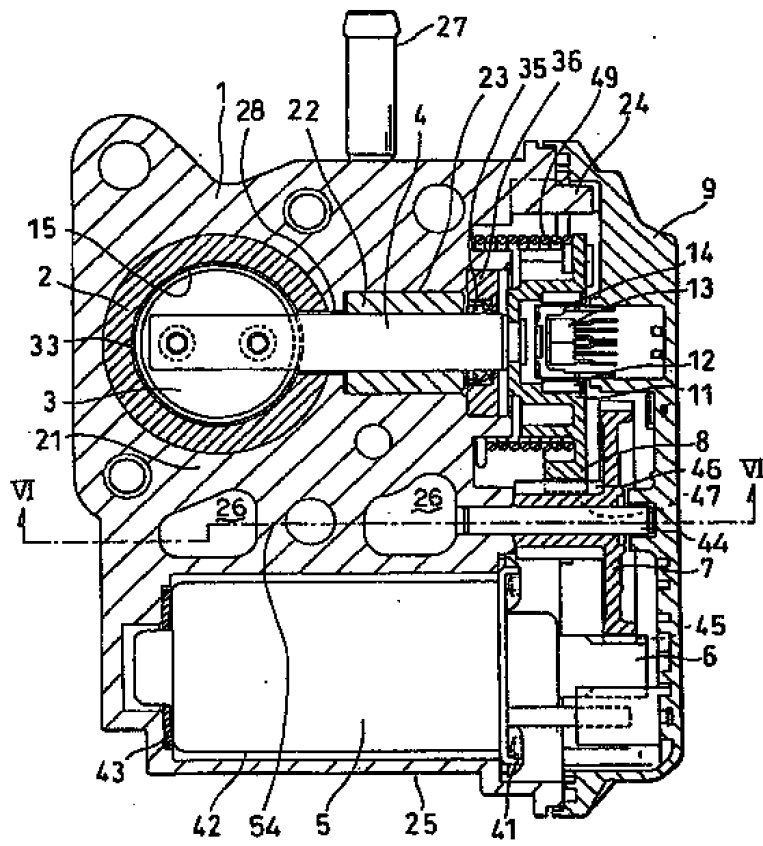
5 una válvula de control del volumen de flujo (2, 3, 4) provista con una válvula de charnela (3) alojada en forma movable en el alojamiento de la válvula (1) para cambiar un grado de apertura del conducto de circulación del gas de escape (15), y una unidad de accionamiento (5 a 8) para accionar rotativamente la válvula de control del volumen del flujo, **caracterizado porque:**

10 después de que el motor de combustión interna se haya apagado, la unidad de accionamiento (5 a 8) hará que la válvula (3) de control del volumen de flujo mantenga una posición de reposo, en donde la válvula (3) se abra según un grado de apertura dado de la charnela en una dirección de cierre de la válvula más allá de la posición de la válvula totalmente cerrada.

2. Un dispositivo de recirculación del gas de escape de acuerdo con la reivindicación 1,

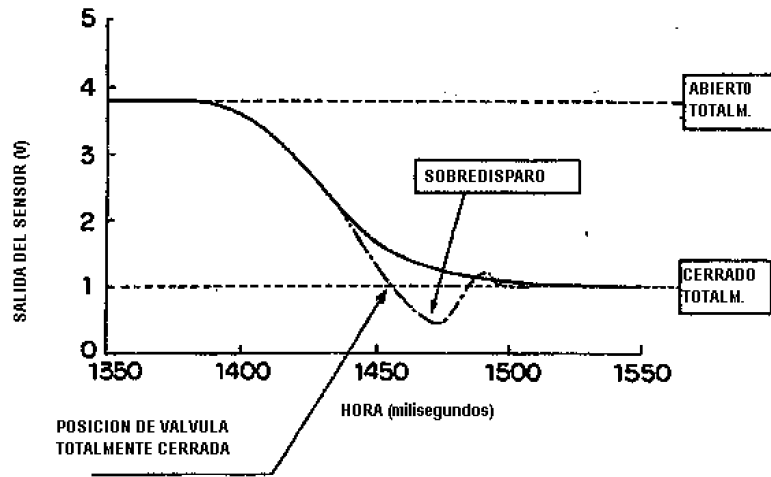
15 en donde la válvula de control del volumen de flujo (2 a 4) tiene un eje de válvula (4) operativo conjuntamente con la válvula (3) y la unidad de accionamiento (5 a 8) que tiene un motor de accionamiento (5) provisto con un eje motor desde el cual se genera una fuerza de accionamiento del motor (5), y un mecanismo de transmisión de fuerza (6 a 8) a través del cual la fuerza de accionamiento del motor de accionamiento (5) se transmite al eje de la válvula (4).

FIG. 1





**FIG. 4**



**FIG. 5**

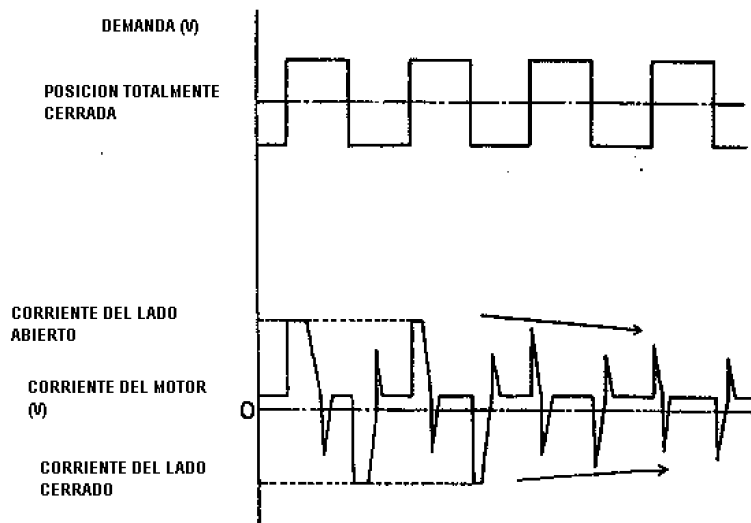
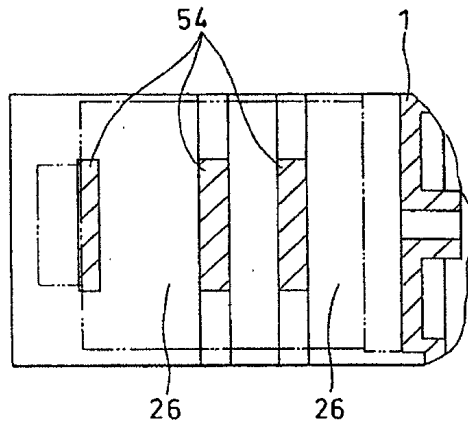


FIG. 6





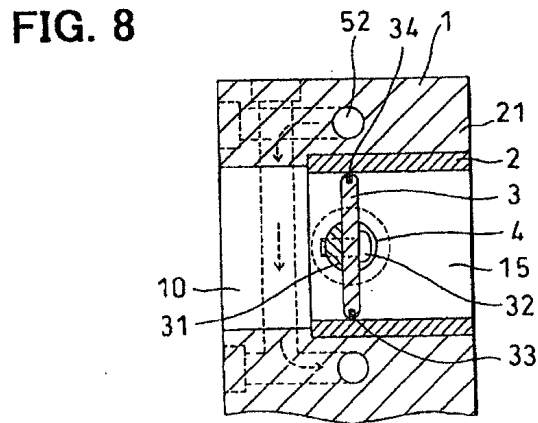
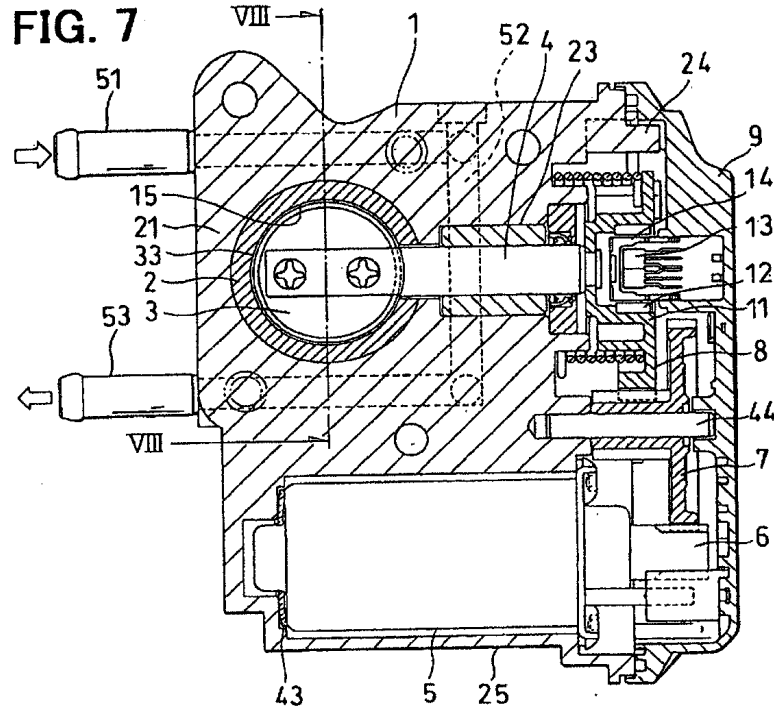


FIG. 9

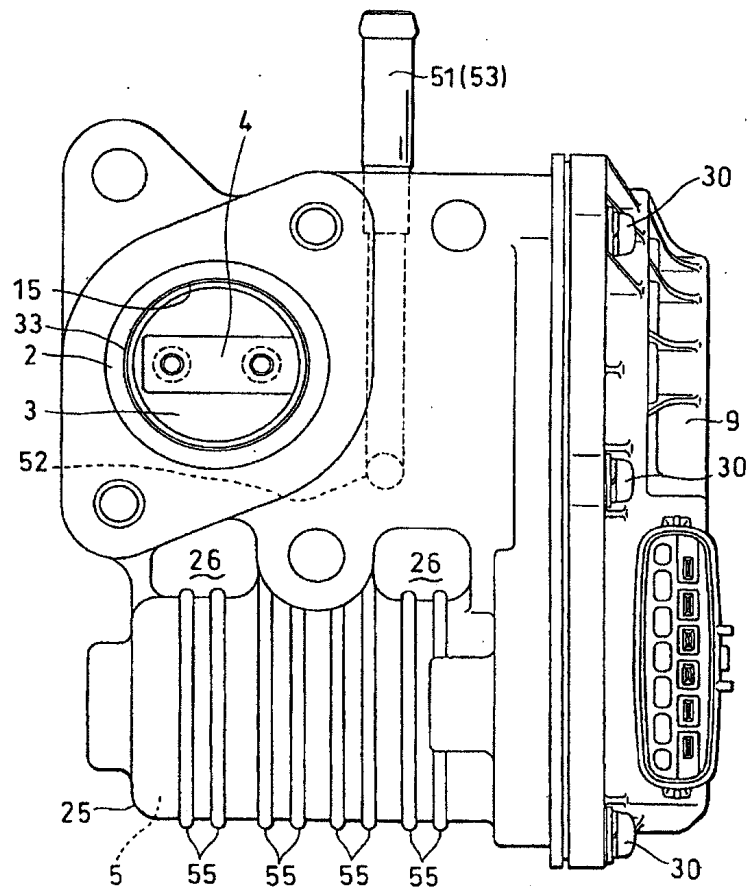


FIG. 10

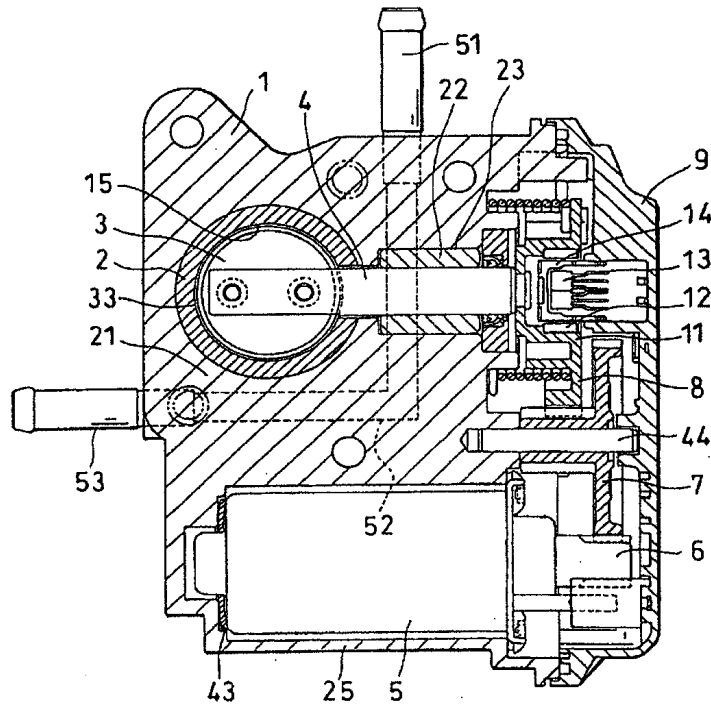


FIG. 11

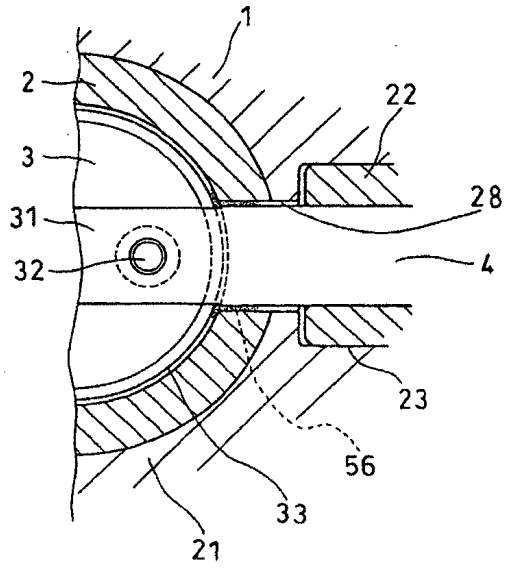


FIG. 12

