

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 894**

51 Int. Cl.:

F02M 47/00 (2006.01)

F02M 47/02 (2006.01)

F02M 45/04 (2006.01)

F02M 45/08 (2006.01)

F02M 57/02 (2006.01)

F02M 59/10 (2006.01)

F02M 59/36 (2006.01)

F02M 45/06 (2006.01)

F02D 41/40 (2006.01)

F02D 41/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2003 E 03764177 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2013 EP 1522719**

54 Título: **Procedimiento para la inyección de combustible en un inyector de combustible**

30 Prioridad:

11.07.2002 JP 2002203204

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

12.12.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HOTTA, YOSHIHIRO;
WAKISAKA, YOSHIFUMI;
KAWAMURA, KIYOMI y
NAKAKITA, KIYOMI**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 433 894 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

Procedimiento para la inyección de combustible en un inyector de combustible

5 Sector de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para la inyección de combustible en un sistema de inyector de combustible para inyectar combustible desde una tobera de inyección de combustible.

10 Antecedentes técnicos

Un tipo de inyector de acumulación (tipo de conducto común) es ya conocido, en el que el combustible bombeado desde una bomba de alimentación a alta presión se acumula por medio de un acumulador (el llamado “conducto común”), y a continuación es inyectado desde una tobera de inyección de combustible en un cilindro de un motor con una temporización predeterminada.

15 En este tipo de inyector de combustible con acumulador, incluso cuando la velocidad del motor es baja, se puede mantener una presión predeterminada de inyección del combustible (la presión de inyección del combustible no varía). De acuerdo con ello, la inyección de combustible a alta presión constituye una notable mejora en cuanto al consumo de combustible o a la elevada potencia del motor.

20 No obstante, es sabido que cuanto menor es el diámetro de la abertura de inyección de una tobera de combustible, más efectiva es para llevar a cabo una excelente inyección (para la limpieza de los gases de escape). No obstante, cuando en la inyección a presión mediante un acumulador convencional del inyector de combustible (sistema de inyección por conducto común) utiliza un diámetro de la abertura de inyección de la tobera que es menor que otro existente, se supone que el período de inyección se hace demasiado largo a una velocidad alta del motor y en una zona de elevada carga dificultando, por lo tanto, la generación de una potencia elevada de la inyección de combustible.

25 Además, en estos últimos años, la velocidad del motor en los motores diesel pequeños tiende a ser más elevada. En este caso, la velocidad del aire en el cilindro del motor aumenta sustancialmente en proporción con la velocidad del motor. Por esta razón, con la misma presión de inyección que antes, durante el período de alta velocidad del motor, hay más probabilidades de arrastre de la pulverización que durante un período de baja velocidad del motor, se deteriora la disponibilidad de aire en los cilindros, y se generan fácilmente humos (humos negros). De acuerdo con ello, para solucionar este problema, es deseable aumentar adicionalmente la presión de inyección. No obstante, el acumulador del acumulador convencional del inyector de combustible (sistema de inyección del conducto común) tiene una estructura en la que se acumula usualmente en su interior una presión predeterminada (por ejemplo, en sistemas de conducto común existentes, una presión máxima de inyección aproximada es de 130 Mpa). En consideración de la rigidez del inyector de combustible, existe un límite en la capacidad de incrementar adicionalmente la presión de inyección existente (en otras palabras, es difícil hacer extremadamente elevada la presión de inyección convencional).

30 Por otra parte, entre los inyectores con acumulador de combustible se ha propuesto un inyector de combustible que comprende además un multiplicador (ver, por ejemplo, JP-A-8- 21332).

35 El inyector de combustible de acuerdo con este documento, comprende además un multiplicador para incrementar adicionalmente la presión del combustible a presión alimentado desde un acumulador (conducto común) por accionamiento de una válvula de cambio operativa del émbolo. El multiplicador comprende un pistón de incremento de la presión que comprende un émbolo de diámetro grande y un émbolo de diámetro pequeño y una serie de canales de combustible conectados a la válvula de cambio operativo del émbolo. El combustible bombeado desde la bomba de presión de combustible es enviado desde el acumulador al multiplicador a través de la válvula de cambio operativo del émbolo y es alimentado tanto a la cámara de control de inyección de combustible (cámara de control del inyector) para controlar la tobera de inyección, como a la tobera de inyección. Cuando se inyecta el combustible, una válvula de cambio de control de la inyección de combustible, que está dispuesta en la cámara de control de combustible de inyección, es controlada y cambiada a inyección a baja presión para alimentar combustible sin cambios desde el acumulador a la tobera de inyección e inyectar el combustible o una inyección a elevada presión para inyectar combustible a mayor presión por medio del multiplicador a la tobera de inyección e inyectar el combustible. De acuerdo con ello, se puede seleccionar una modalidad de inyección de combustible adecuada para la situación de funcionamiento del motor.

40 No obstante, en este inyector de combustible se presentan inconvenientes que tienen como resultado los siguientes problemas.

45 A saber, en el inyector de combustible, el área de entrada de combustible desde el acumulador al multiplicador en el lado del émbolo de diámetro grande y una zona de salida de combustible del multiplicador en el émbolo de pequeño diámetro conectado a la válvula de cambio operativa del émbolo está estructurada constante. Por lo tanto, el historial

en el tiempo de la presión de combustible durante una operación del multiplicador está determinada solamente por la presión de combustible en el acumulador. Estos ejemplos, están mostrados en las figuras 27A y 27B. Tal como se ha mostrado en la figura 27A, si un eje transversal se refiere al tiempo (segundos), el historial en el tiempo de la presión de combustible en el lado de salida del multiplicador no depende de la velocidad del motor. Por otra parte, tal como se ha mostrado en la figura 27B, si el eje transversal se refiere al ángulo de giro del cigüeñal del motor, cuanto mayor es la velocidad del motor, más lenta es la elevación de la presión. Por esta razón, particularmente durante las cargas elevadas, al hacerse más elevada la velocidad del motor, no hay otra posibilidad que ajustar un período de inyección todavía más largo en base del ángulo del cigüeñal. Este período de inyección excesivamente largo puede provocar inconvenientes para conseguir potencia elevada, lo que no es preferible.

A efectos de evitar este problema, se puede tomar en consideración un procedimiento, en el que al hacerse más elevada la velocidad del motor, la presión de combustible del acumulador (conducto común) se incrementa y aumenta la potencia que actúa en el multiplicador incrementando de esta manera la proporción de elevación de la presión de combustible en el lado de salida del émbolo de intensificación de la presión. No obstante, en zonas de cargas medias y elevadas, la presión de inyección durante el período de inyección principal, debe ser una presión elevada y, no obstante, en esta situación, se lleva a cabo una inyección piloto (inyección del combustible antes de la inyección principal) o inyección múltiple (múltiples inyecciones de combustible) con el objetivo de reducir ruidos y mejorar la calidad de los gases de escape. No obstante, un valor óptimo de la presente invención durante la inyección piloto es diferente de la inyección principal y, de modo general, más baja que la de la inyección principal. La razón de ello es que dado que el combustible se inyecta considerablemente más pronto que un punto muerto superior de compresión, la temperatura del aire o su densidad en el cilindro resulta baja y cuando se ajusta la presión de inyección a un valor excesivamente alto, la penetración completa de la inyección resulta excesivamente grande, resultando ello en el depósito de combustible en la superficie de la camisa del cilindro. No obstante, a efectos de permitir que el inyector de combustible de preferencia genere una elevada presión de inyección en una zona de elevada velocidad del motor, puesto que es necesario aumentar la presión del combustible que actúa sobre el émbolo de gran diámetro del multiplicador (presión de combustible del acumulador), la presión de inyección durante la inyección piloto, que inyecta combustible del acumulador sin cambios, resulta más elevada y supera el valor óptimo. Como resultado, no se puede evitar el depósito de combustible en la superficie de la camisa del cilindro, lo que se estima que es una causa de generación de gases no quemados de HC o de humos.

Entretanto, en un intento de ajustar la inyección piloto (presión de combustible en el acumulador) apropiada para una elevada velocidad del motor y una presión de salida del émbolo multiplicador de presión apropiada para el accionamiento del multiplicador (por ejemplo, si la resistencia del canal se reduce a aumentar el canal de combustible hacia el pistón de diámetro grande del multiplicador) cuando se hace funcionar el multiplicador durante un período de baja velocidad del motor, la presión de combustible en el lado de salida del émbolo de intensificación de la presión basado en el ángulo de giro del cigüeñal, aumenta fuertemente. Esto proporciona una inyección inicial excesivamente elevada, aumenta la proporción de combustión premezclada y deteriora el contenido de NO_x y los ruidos. Para evitar este efecto, en un intento de obtener una proporción de inyección inicial apropiada durante la inyección principal al disminuir la presión del combustible del acumulador durante el período de baja velocidad del motor, se deteriora la situación de atomización de la inyección piloto inyectada a la presión de combustible del acumulador, lo que puede ser causa de generación de humos.

Por otra parte, tal como se ha mostrado en la figura 28, por ejemplo, si se dispone el inyector de combustible con características en las que la proporción de elevación de la presión de combustible en el lado de salida del émbolo de intensificación de la presión durante el funcionamiento del multiplicador cambia con el tiempo, incluso a elevada velocidad del motor o con una carga elevada, en la situación en la que la inyección piloto es ajustada a una presión de combustible óptima, se puede obtener una elevada presión de combustible durante el período de inyección principal (presión de combustible en el lado de salida del émbolo multiplicador de presión). De esta manera, se pueden solucionar los problemas antes descritos y se puede conseguir un bajo contenido de NO_x, bajo nivel de ruido y elevada potencia del motor. No obstante, estos ajustes no se consiguen de manera convencional.

Además, de modo convencional, también ha sido propuesto un sistema de conducto común con multiplicador, según los documentos WO0055496 o FR2818323A1 o un sistema de inyección con multiplicador de combustible y sistema de inyección con multiplicador de presión que comprende una leva y sistema de presión de combustible (DE4118237 y DE4118236). No obstante, siendo distintos de la presente invención, se reconoce un sistema de inyección con un comportamiento según un fenómeno dinámico transitorio, reconociendo los documentos citados un período durante el cual la presión cambia (período de inclinación de la presión) como período transitorio durante el cual la presión cambia de presión baja a presión alta. De acuerdo con ello, se provocan problemas prácticos en diferentes controles u otros para la intensificación de la presión.

El documento DE19939429A1 muestra un procedimiento de inyección de combustible genérico en un sistema de inyección de combustible, según la reivindicación 1.

Es un objetivo de la presente invención obtener un procedimiento de inyección de combustible en un inyector de combustible en el que el combustible puede ser inyectado a una presión de inyección extraelevada, que es muy superior a la de un inyector de combustible convencional, no siendo determinada la presión de inyección máxima

5 simplemente por la presión del combustible del acumulador y siendo capaz de conseguir excelente combustión y características en el escape y en el que la inyección de combustible se puede llevar a cabo con un modelo arbitrario de inyección de combustible, de manera que se puede aumentar adicionalmente el grado de libertad del modelo de inyección de combustible (en otras palabras, la presión máxima de inyección, proporción de elevación de la presión de inyección al inicio de la intensificación de la presión, proporción de disminución de la presión de inyección al terminar la inyección, presión de inyección piloto y presión de inyección posterior del combustible que se pueden elegir de manera libre).

10 El objetivo de la invención se consigue mediante el procedimiento de inyección de combustible que tiene las características de la reivindicación 1. Otros desarrollos ventajosos de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

Materia de la invención

15 A efectos de conseguir el objetivo antes descrito, se da a conocer un procedimiento de inyección en un sistema de inyección de combustible, comprendiendo dicho sistema de inyección de combustible: una tobera de inyección de combustible que incluye un depósito de combustible y una válvula de aguja; un acumulador que acumula combustible (por ejemplo, combustible) a una presión determinada; una línea de combustible (por ejemplo, un canal de combustible principal) a través del cual se comunican el depósito de combustible y el acumulador; una válvula de corte de la presión que está dispuesta a lo largo del conducto de combustible para cortar la presión de combustible desde la tobera de inyección de combustible al acumulador; una cámara de combustible de control de la inyección que está conectada al conducto de combustible en el lado de salida de la válvula de corte de la presión; una válvula de control de la inyección que lleva a cabo inyección de combustible al cerrar la válvula de aguja debido a la acción de la presión del combustible sobre la cámara de combustible de control de la inyección y por apertura de la válvula de aguja, debido a la retirada del combustible de la cámara de combustible de control de la inyección; un multiplicador que está conectado a la tobera de inyección de combustible y a la cámara de combustible de control de la inyección en un lugar de la salida de la válvula de corte de la presión y medios de control del multiplicador que incrementa la presión de combustible en el lado de salida de la válvula de corte de la presión por accionamiento del multiplicador, comprendiendo dicho procedimiento de inyección las siguientes etapas: inyección de combustible controlando individualmente cada uno de dichos válvula de control de inyección y medios de control del multiplicador y regulando una diferencia de fase operativa entre ellos para cambiar arbitrariamente, como mínimo, uno de: presión máxima de inyección, proporción de elevación de la presión de inyección después del inicio del incremento de la presión, proporción de disminución de la presión de inyección directamente antes de terminar la inyección, presión de inyección piloto y presión posterior a la inyección del combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible, suspendiendo el funcionamiento de los medios de control multiplicador y llevando a cabo una inyección posterior de combustible a una presión intermedia entre una presión predeterminada del acumulador y una presión estática máxima que se determina estáticamente debido al funcionamiento del acumulador y del multiplicador y después de la suspensión del funcionamiento del multiplicador, de manera que la presión intermedia es ajustada regulando el período de suspensión del multiplicador (54).

40 Preferentemente, cuando la cantidad en la que el combustible es inyectado por la tobera de inyección de combustible es máxima, el período durante el cual la presión del combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible aumenta corresponde a 1/3 o más de la totalidad del período de inyección.

45 Preferentemente, se ajusta una velocidad de apertura y una velocidad de cierre de la válvula de aguja, de manera que cuanto más elevadas son las presiones de combustible, tanto el depósito de combustible como en la cámara de combustible de control de la inyección, mayores son la velocidad de apertura y la velocidad de cierre de la válvula de aguja.

50 Preferentemente, cuando se lleva a cabo una inyección de tipo múltiple en la que se lleva a cabo la inyección de combustible desde la tobera de inyección de combustible en una serie de veces por un ciclo de un motor, el multiplicador funciona, por lo menos, dos o más veces por acción de los medios de control del multiplicador.

55 La presente invención puede ser estructurada combinando una serie de contenidos, tal como se han indicado anteriormente.

60 Preferentemente, el multiplicador comprende un cilindro y un émbolo, de manera que el combustible es inyectado al controlar la velocidad de desplazamiento del pistón multiplicador a efectos de cambiar arbitrariamente, como mínimo, uno de: la presión máxima de inyección, la proporción de elevación de la presión de inyección al inicio del incremento de presión, la proporción de disminución de la presión de inyección al terminar la inyección, la presión de la inyección piloto y la presión posterior a la inyección del combustible inyectado desde la tobera de inyección.

65 Preferentemente, los medios de control del multiplicador comprenden una válvula de control del émbolo y en el que la inyección de combustible es llevada a cabo controlando individualmente cada uno de válvula de control de inyección y válvula de control del émbolo y regulando la diferencia de fase operativa entre ellas.

Preferentemente, la proporción de desplazamiento del émbolo multiplicador está controlada por la válvula de control del émbolo que cambia un área de una conducción de combustible hacia dentro del cilindro multiplicador.

5 Preferentemente, el área de la conducción de combustible hacia dentro del cilindro es cambiada por la válvula de control del émbolo durante un período en el que la válvula de aguja está abierta.

10 Preferentemente, cuando se lleva a cabo una inyección de tipo múltiple, en la que se lleva a cabo inyección de combustible desde la tobera de inyección de combustible en una serie de veces por 1 ciclo de un motor, se ajusta para cada inyección un área máxima de la conducción de combustible hacia dentro del cilindro debido a la válvula de control del émbolo.

15 Un inyector de combustible que utiliza un procedimiento de control de la proporción de inyección de combustible, de acuerdo con la invención, comprende un acumulador, una válvula de corte de la presión, una cámara de combustible de control de la inyección, una válvula de control de la inyección, un multiplicador y medios de control del multiplicador. El combustible procedente del acumulador (de una presión base del conducto común) es alimentado al multiplicador y es multiplicado. Además, en este caso, con respecto a una tobera de inyección de combustible, se forma un sistema de inyección acumulador (sistema de conducto común) por "un acumulador, una válvula de corte de presión, una cámara de combustible de control de la inyección y una válvula de control de la inyección". Además, el multiplicador está dispuesto en paralelo con el sistema acumulador de la inyección. En otras palabras, con respecto a la tobera de inyección de combustible, un sistema de inyección con acumulador (sistema de inyección tipo "pulsante" ("jerk")) está formado por "un multiplicador, medios de control del multiplicador, cámara de combustible de control de la inyección y válvula de control de la inyección".

20 Cuando se inyecta combustible por el sistema de inyección con acumulador (sistema de inyección tipo conducto común), el multiplicador es desactivado por los medios de control del multiplicador. Además, el combustible alimentado desde el acumulador es bombeado a un depósito de combustible en la tobera de inyección de combustible con intermedio de la válvula de corte de la presión. En este momento, el combustible procedente del acumulador es inyectado directamente (sin cambios) desde la tobera de inyección de combustible al retirar combustible de la cámara de combustible de control de la inyección por la válvula de control de la inyección.

30 Por otra parte, cuando el combustible es inyectado por el sistema de inyección con multiplicador de presión (sistema de inyección tipo pulsante) el multiplicador es activado por los medios de control del multiplicador. A continuación, se bombea combustible presurizado adicionalmente por el multiplicador de presión hacia el depósito de combustible en la tobera de inyección de combustible y la cámara de combustible de control de la inyección. En este momento, el combustible a presión con presión incrementada por el multiplicador es inyectado desde la tobera de inyección de combustible al retirar el combustible de la cámara de combustible de control de la inyección por la válvula de control de la inyección.

40 De esta manera, en el inyector de combustible, se inyecta combustible controlando el paso a inyección a baja presión para alimentar combustible sin cambios desde el acumulador a la tobera de inyección de combustible y alimentando el combustible o en la inyección a alta presión para alimentar combustible con incremento de presión por el multiplicador a la tobera de inyección de combustible y alimentando el combustible, de manera que se puede controlar debido al paso a la inyección de combustible. De acuerdo con ello, el inyector de combustible puede mostrar básicamente los siguientes efectos:

45 ① Dado que el combustible alimentado desde el acumulador (a presión base de conducto común) es alimentado al multiplicador y es aumentada adicionalmente la presión y es inyectado, se puede conseguir una presión de inyección extremadamente elevada que supera la presión de inyección por un sistema de inyección convencional de conducto común. De acuerdo con ello, incluso a una elevada velocidad del motor y a elevada carga del mismo, se puede inyectar combustible durante un período de inyección apropiado para aumentar adicionalmente la velocidad del motor. Además, dado que resulta posible mejorar la pulverización del chorro al reducir el diámetro de la abertura de inyección y la combustión al hacer la presión de inyección extremadamente más elevada sin prolongar mucho el período de inyección. De acuerdo con ello, el oxígeno de la cámara de combustión puede ser utilizado de manera efectiva, de manera que se puede conseguir una excelente combustión en la que se hace mínima la generación de humos. Como consecuencia, se puede conseguir un motor con bajas emisiones y elevada potencia. Además, no es necesario acumular una presión extraelevada de inyección todo el tiempo. Por lo tanto, en comparación con un sistema de conducto común convencional, en el que se acumula durante todo el tiempo una predeterminada presión elevada de inyección, el inyector de combustible de la presente invención es ventajoso y puede ser fabricado de manera económica.

60 ② El sistema de inyección con acumulador (sistema de inyección de conducto común) y el multiplicador de presión están dispuestos en paralelo entre sí. Cuando la presión de combustible en el lado de salida de la válvula de corte de la presión se encuentra por debajo de la presión del conducto común, se suministra combustible desde el acumulador. Por lo tanto, cuando se lleva a cabo una inyección posterior, después de un período de inyección principal, el combustible no es inyectado a una presión más baja que la presión del conducto común. De acuerdo con ello, dado que el chorro puede ser objeto de inyección posterior en un excelente estado de atomización, el combustible objeto de inyección posterior no puede ser causa de generación de humos. Como consecuencia, se

puede mostrar un efecto fomentador de la combustión al máximo por el efecto de que el combustible objeto de inyección posterior agita el lugar de combustión o aumenta la temperatura del lugar de combustión.

En las zonas de carga media y elevada, la presión de inyección durante la presión principal debe ser elevada y, no obstante, en este momento, una inyección piloto (o inyección múltiple) es llevada a cabo antes de la inyección principal, con la finalidad de reducir ruidos y mejorar los gases de escape. No obstante, el valor óptimo de una presión de inyección durante la inyección piloto es distinta de la presión para la inyección principal y en general más baja que esta. Incluso en dicho caso, se puede llevar a cabo inyección de combustible controlando un cambio a inyección a presión baja y una inyección a presión alta. De acuerdo con ello, se puede ajustar una presión de inyección óptima para la inyección piloto y la inyección principal, respectivamente.

Además, es posible inyectar un combustible a la presión del sistema de conducto común al inicio de la inyección e inyectar el combustible sometido a mayor presión por acción del multiplicador desde la etapa intermedia de inyección o también es posible inyectar combustible a alta presión al inicio de la inyección, debido al funcionamiento del multiplicador, o bien es posible inyectar combustible a la presión del conducto común al suspender el multiplicador en el intermedio de la inyección. De esta manera, la inyección a presión de conducto común y la inyección debida al funcionamiento del multiplicador se pueden combinar libremente para llevar a cabo la inyección. De acuerdo con ello, se puede aumentar el grado de libertad del modelo de inyección.

③ De manera convencional, al preparar la siguiente inyección, después de haber inyectado combustible accionando el multiplicador de presión, existe la posibilidad de que se produzca erosión en el canal de combustible debido a la generación de cavitación que ha sido causa de deterioro notable de la duración del sistema de inyección de combustible. Por otra parte, dado que el sistema de inyección de combustible, de acuerdo con la reivindicación 1, está estructurado de manera que el sistema de inyección con acumulador (sistema de inyección de conducto común) y el multiplicador están dispuestos en paralelo entre sí y la presión de combustible en el lado de salida de la válvula de cierre de presión es igual o menor que la presión de conducto común, el combustible es suministrado desde el conducto común. De acuerdo con ello, la presión de combustible no puede ser igual o menor que la presión de vapor de un combustible. Por esta razón, no hay necesidad de preocuparse por la aparición de erosión en el canal de combustible debido a la generación de cavitación y la duración del inyector se puede mejorar notablemente.

④ Dado que el sistema de inyección con acumulador (sistema de inyección de conducto común) y el multiplicador de presión están dispuestos en paralelo entre sí, si el multiplicador no funciona en el estado en el que el acumulador y el multiplicador están desconectados, el combustible puede ser inyectado a la presión del conducto común. De acuerdo con ello, no tiene lugar una parada brusca del motor.

En el procedimiento de inyección de combustible, según la reivindicación 1, cuando se inyecta combustible, la válvula de control de la inyección y los medios de control del multiplicador pueden ser controlados individualmente, respectivamente, y se regula la diferencia de fase operativa entre ellos. De acuerdo con ello, se pueden controlar a un valor óptimo la presión máxima de inyección, la proporción de elevación de la presión de inyección después del inicio del incremento de presión, la proporción de disminución de la presión de inyección directamente antes de terminar la inyección, la presión de la inyección piloto y/o la presión de inyección posterior del combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible, de acuerdo con, por ejemplo, la velocidad del motor o la situación de carga, llevándose a cabo la inyección de combustible.

En otras palabras, cuando la válvula de aguja es abierta y se lleva a cabo la inyección de combustible, se pueden controlar con un elevado grado de libertad la presión de combustible por el multiplicador (presión base de conducto común) y la presión final multiplicada debido al funcionamiento del multiplicador. De acuerdo con ello, la inyección de combustible puede ser llevada a cabo regulando la diferencia de fase operativa entre el tiempo de apertura de la válvula de aguja (funcionamiento de la válvula de control de la inyección) y la temporización operativa del multiplicador (funcionamiento de los medios de control del multiplicador) a efectos de obtener un modelo de inyección de combustible óptimo, de acuerdo con, por ejemplo, la velocidad del motor o el situación de carga del mismo.

Es decir, de acuerdo con el procedimiento de inyección de combustible de la presente invención, si bien la presión de inyección es aumentada progresivamente debido al funcionamiento del multiplicador, se puede seleccionar la temporización de la inyección por la temporización de la apertura de la válvula de aguja, haciendo posible, de esta manera, controlar el modelo de inyección de combustible en base a la presión de inyección de combustible y a la proporción de inyección. De acuerdo con ello, se puede conseguir un modelo de la inyección de combustible con un grado extremadamente elevado de libertad.

Por ejemplo, tal como se ha mostrado en la figura 1, cuando se lleva a cabo una inyección de tipo múltiple, en la que se llevan a cabo inyección piloto, una inyección principal y una inyección posterior, se pueden controlar libremente (ajuste y realización) una presión de inyección piloto (P_1), una presión de inyección principal (P_2), una presión máxima de inyección principal (P_3), una inyección posterior (P_a), una proporción de elevación de la presión después de terminar un período de inyección (θ_1), una proporción de elevación de la presión directamente antes de alcanzar una presión de inyección máxima (θ_2) y una proporción de disminución de la presión al terminar la inyección principal (θ_3).

Por lo tanto, en el procedimiento de inyección de combustible, de acuerdo con la invención, se puede inyectar combustible, el combustible puede ser inyectado a una presión de inyección extraelevada, que es superior que la presión convencional de aire y la presión de inyección máxima no está determinada solamente por la presión de combustible del acumulador, siendo capaz de conseguir excelentes características de combustión y de escape. Además, la presión entre la presión de combustible por la acción del acumulador (presión base de conducto común) y la presión estática máxima, debido al funcionamiento del multiplicador de presión, se pueden utilizar positivamente como factor de control de la inyección, de manera que se puede llevar a cabo la inyección de combustible con un modelo arbitrario de inyección de combustible y un elevado grado de libertad del modelo de inyección de combustible que puede ser ampliado adicionalmente (es decir, se pueden ajustar libremente la presión máxima de inyección, la proporción de elevación de la presión de inyección al inicio del incremento de la presión, la proporción de disminución de la presión de inyección en la terminación de la inyección, la presión de la inyección piloto y presión de la inyección posterior del combustible).

En un procedimiento preferente de la inyección de combustible, la inyección de combustible puede ser controlada arbitrariamente (presión máxima de inyección, proporción de elevación de la presión de inyección al inicio del incremento de la presión, proporción de disminución de la presión de inyección al terminar la inyección, presión de inyección piloto y presión de inyección posterior del combustible).

En un procedimiento preferente de inyección de combustible, se puede ajustar arbitrariamente (variar) la proporción de elevación de la presión de inyección del combustible inyectado desde la tobera de inyección. Si se fijan una presión predeterminada (presión base de conducto común) del combustible por acción del acumulador y una presión máxima estática por acción del multiplicador (proporción de presión multiplicada) se puede llevar a cabo la inyección de combustible mediante un modelo de inyección de combustible arbitrario (proporción de elevación de la presión de inyección).

En un procedimiento de inyección de combustible preferente, la proporción de disminución de la presión de inyección al terminar la inyección de combustible del combustible inyectado desde la tobera de inyección se puede ajustar arbitrariamente (variar). De acuerdo con ello, se puede aumentar el grado de libertad en el ajuste de la proporción de inyección.

En un procedimiento preferente de la inyección de combustible, cuanto más altas son las presiones de combustible del depósito de combustible en la tobera de inyección de combustible y la cámara de combustible de control de la inyección, mayor es la velocidad de apertura y la velocidad de cierre de la válvula de aguja, de manera que se pasa muy rápidamente una zona de estrangulación del asiento (zona en la que un área de apertura sustancial del asiento de la tobera es menor que el área de apertura total de inyección de la tobera). Además, cuanto menor es la presión de inyección más lenta es la velocidad de apertura y la velocidad de cierre de la válvula de aguja y se pasa muy lentamente por la zona de estrangulación del asiento (el período de estrangulación del asiento se hace más largo). De acuerdo con ello, la inyección de combustible con una inyección de combustible arbitraria (proporción de elevación de la presión de inyección al inicio del incremento de la presión y proporción de disminución de la presión de inyección al terminar la inyección) puede ser obtenida. Además, cuanto más baja es la presión de inyección, más lenta es la velocidad de apertura y la velocidad de cierre de la válvula de aguja y el período de inyección de combustible se hace más largo. Como resultado, cuando se cambia ligeramente la temporización en la que se lleva a cabo el funcionamiento del multiplicador, el inyector funciona a efectos de mantener la cantidad de inyección sustancialmente uniforme. Se puede conseguir un efecto según el que se puede reducir la variación de la cantidad de inyección.

En el procedimiento de inyección de combustible, según la invención, cuando se lleva a cabo una inyección posterior de combustible desde la tobera de inyección, antes del inicio o después de la inyección, se interrumpe el funcionamiento del multiplicador y la inyección posterior se lleva a cabo a una presión intermedia entre una presión predeterminada por el acumulador (presión base de conducto común) y una presión estática máxima determinada estáticamente por el funcionamiento del multiplicador. En este caso, por ejemplo, si la inyección de combustible es llevada a cabo simplemente solo por dos presiones, incluyendo una presión predeterminada (presión de conducto común base) del combustible por el acumulador y una presión de inyección máxima estática debida al funcionamiento del multiplicador, se puede considerar que la inyección posterior es llevada a cabo a una elevada presión a intervalos cortos después de la inyección principal a efectos de reducir el hollín (carbón y similares) o que se lleva a cabo una inyección posterior a una baja presión de inyección para llevar a cabo un tratamiento posterior de los gases de escape. No obstante, tal como se ha descrito, si se lleva a cabo la inyección posterior a una elevada presión de inyección y a intervalos cortos después de la inyección principal, cuando la presión de inyección es demasiado elevada, provoca el incremento de NO_x o de los ruidos de la combustión. Es decir, no es aconsejable llevar a cabo la inyección posterior a una presión elevada de inyección al enfocar la reducción del hollín (carbón y similares) sino que se debe observar que existe una presión óptima para la presión de inyección. Por otra parte, cuando se lleva a cabo inyección posterior para realizar tratamiento posterior de los gases de escape, si la presión de inyección es demasiado baja, se provoca el problema de que el hollín o MP (materia en partículas) aumenta debido al deterioro de la pulverización del chorro. Además, si la presión de inyección es demasiado elevada, se deposita combustible sobre la superficie de las paredes del motor, provocando problemas de que se pegan los aros del émbolo o que se diluye el aceite, conduciendo a un deterioro de las emisiones del motor. En otras palabras,

incluso cuando se lleva a cabo la inyección posterior para conseguir tratamiento posterior de los gases de escape, existe una presión óptima para la presión de inyección. De esta manera, cuando se lleva a cabo la inyección de combustible simplemente por dos presiones comprendiendo una presión predeterminada (presión base de conducto común) y una presión estática máxima debido al funcionamiento del multiplicador, no se puede llevar a cabo una inyección óptima de combustible a efectos de satisfacer todos los modelos de inyección de combustible.

A este respecto, en el procedimiento de inyección de combustible en el inyector de combustible, según la presente invención, al llevar a cabo la inyección posterior, antes de empezar la inyección posterior, se interrumpe el funcionamiento del multiplicador y la inyección posterior es llevada a cabo a una presión intermedia entre una presión base de conducto común y una presión estática máxima. De acuerdo con ello, el período de suspensión del multiplicador es regulado (controlado), de manera que la inyección posterior puede ser llevada a cabo a una presión de inyección arbitraria, óptima, suficiente para satisfacer por completo los modelos de inyección de combustible.

Preferentemente, se puede ampliar adicionalmente el grado de libertad del modelo de inyección.

Preferentemente, al llevar a cabo la inyección de combustible, el combustible es inyectado de manera que se controla la velocidad de desplazamiento del émbolo del multiplicador y, como mínimo, uno de: presión máxima de inyección, proporción de elevación de la presión de inyección al inicio del incremento de la presión, proporción de disminución de la presión de inyección al terminar la inyección, presión de inyección piloto y presión de inyección posterior del combustible inyectado desde la tobera de inyección es regulado a un valor óptimo, de acuerdo con, por ejemplo, la velocidad del motor o las condiciones de la carga.

En otras palabras, la velocidad de desplazamiento del émbolo del multiplicador es controlada de manera que la presión de combustible por la acción del acumulador predeterminada (presión base de conducto común) y una presión multiplicada (caída de la presión) del combustible, debido al funcionamiento del multiplicador en el momento en el que la válvula de aguja es abierta para llevar a cabo la inyección de combustible, tienen un modelo de inyección de combustible óptimo, de acuerdo con la velocidad del motor o, por ejemplo, la situación de carga. De acuerdo con ello, se puede llevar a cabo un modelo de inyección de combustible con un grado extremadamente elevado de libertad y se pueden conseguir efectos similares a los de la inyección de combustible por el procedimiento, según la reivindicación 1.

Por ejemplo, tal como se ha mostrado en la figura 1, cuando se lleva a cabo una inyección de tipo múltiple, en la que se llevan a cabo inyección piloto, una inyección principal y una inyección posterior, se pueden controlar libremente (ajuste y realización) la presión de inyección piloto (P_1), la presión de inyección principal ("boot") (P_2), la presión máxima de inyección principal (P_3), la presión de inyección posterior (P_a), la proporción de elevación de la presión después de terminar el período de inyección (θ_1), una proporción de elevación de la presión directamente antes de alcanzar una presión de inyección máxima (θ_2) y la proporción de disminución de la presión al terminar la inyección principal (θ_3).

En un procedimiento de inyección de combustible, el combustible puede ser inyectado a una presión de inyección extraelevada, que es superior a la presión convencional de aire y la presión de inyección máxima no está determinada solamente por la presión de combustible del acumulador, siendo capaz de conseguir excelentes características de combustión y de escape. Además, la inyección de combustible puede ser llevada a cabo con un modelo arbitrario de inyección de combustible y se puede aumentar adicionalmente el grado de libertad del modelo de inyección de combustible (es decir, se pueden ajustar libremente la presión máxima de inyección, la proporción de elevación de la presión de inyección al inicio del incremento de la presión, la proporción de disminución de la presión de inyección al terminar la inyección, la presión de la inyección piloto y presión de la inyección posterior del combustible).

En un procedimiento de inyección preferente, a efectos de regular el modelo de inyección de combustible, se controla la velocidad de desplazamiento del émbolo del multiplicador y se ajusta una diferencia de fase operativa entre la válvula de control de la inyección y la válvula de control del émbolo, la inyección de combustible se puede llevar a cabo con un modelo más apropiado arbitrario de inyección de combustible y se puede aumentar el grado de libertad del modelo de inyección de combustible.

En este punto, el procedimiento es preferible como procedimiento específico para controlar la velocidad de desplazamiento del émbolo del multiplicador, a efectos de regular el modelo de inyección de combustible.

En el procedimiento de inyección de combustible preferente, se cambia el área del conducto de combustible del cilindro por la válvula de control del émbolo y se cambia la velocidad de desplazamiento del émbolo. Es decir, cuando se cambia el área de la conducción de combustible hacia el cilindro, por la válvula de control del émbolo, se cambia la cantidad de combustible que pasa hacia dentro/fuera del cilindro, y se cambia la velocidad de desplazamiento del émbolo. El modelo de inyección de combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible es controlado en un valor óptimo y se lleva a cabo inyección de combustible. Como consecuencia, se lleva a cabo un modelo de inyección de combustible con un grado extremadamente elevado de libertad.

Además, en este caso, cuando el área de la conducción de combustible del cilindro es controlada o cambiada por la válvula de control del émbolo, ello se puede realizar estructurando un área abierta de la conducción, que puede ser cambiada con respecto a la velocidad de desplazamiento (magnitud de levantamiento) de la válvula de control del émbolo. Además, es más efectivo utilizar un procedimiento en el que se controla una posición a efectos de parar la válvula de control del émbolo durante el movimiento de (medio recorrido de) levantamiento de la misma.

En el procedimiento de inyección de combustible preferente, en el inyector de combustible durante el período de inyección de combustible, se puede cambiar (ajustar) arbitrariamente durante el período de inyección de combustible la proporción de elevación o de disminución de la presión de inyección.

En el procedimiento de inyección de combustible preferente, en el inyector de combustible se puede llevar a cabo una inyección de combustible más apropiada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama ilustrativo que representa un ejemplo de modelo arbitrario de inyección de combustible que se puede llevar a cabo mediante un procedimiento de inyección de combustible en un inyector, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista estructural general que muestra un ejemplo de inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;

La figura 3 es una vista estructural general que muestra un ejemplo de inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;

La figura 4A es un diagrama que muestra el cambio a lo largo del tiempo de la velocidad de desplazamiento (magnitud de levantamiento) de una válvula de aguja para explicar las características fundamentales durante la inyección de combustible en la presión del conducto común en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;

La figura 4B es un diagrama que muestra el cambio a lo largo del tiempo del área de apertura de la tobera geométrica para explicar las características fundamentales durante la inyección de combustible en la presión del conducto común en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;

La figura 4C es un diagrama que muestra el cambio a lo largo del tiempo de la presión de inyección real y de la proporción de inyección para explicar las características fundamentales durante la inyección de combustible en la presión del conducto común en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;

La figura 4D es un diagrama esquemático que muestra el cambio a lo largo del tiempo de una presión de inyección y una proporción de inyección para explicar las características fundamentales durante la inyección de combustible en la presión del conducto común en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;

La figura 5 es un diagrama explicativo del cambio de presión que cambia directamente antes de la parte del asiento de la tobera cuando el combustible es inyectado por un sistema de inyección con multiplicador de la presión (sistema de inyección de tipo pulsante) en el inyector, de acuerdo con la presente realización;

La figura 6 es un diagrama explicativo del ajuste de condiciones adecuadas cuando se inyecta combustible por el procedimiento de "control de la diferencia de fase debido al funcionamiento de las válvulas" entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;

La figura 7A es un diagrama ilustrativo de un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que la presión máxima de inyección y la proporción de elevación de la presión de inyección se ajustan de manera arbitraria por el procedimiento de "control de la diferencia de fase operativa entre las válvulas" entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;

La figura 7B es un diagrama ilustrativo de un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que la presión máxima de inyección y la proporción de elevación de la presión de inyección se ajustan de manera arbitraria por el procedimiento de "control de la diferencia de fase operativa entre las válvulas" entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;

La figura 7C es un diagrama ilustrativo de un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que la presión máxima de inyección y la proporción de elevación de la presión de inyección se ajustan de manera arbitraria por el procedimiento de "control de la diferencia de fase operativa entre las válvulas" entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;

- 5 La figura 7D es un diagrama ilustrativo de un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que la presión máxima de inyección y la proporción de elevación de la presión de inyección se ajustan de manera arbitraria por el procedimiento de “control de la diferencia de fase operativa entre las válvulas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;
- La figura 8 es un diagrama explicativo de un caso en el que las características del levantamiento de la aguja de la válvula de aguja de la tobera de inyección de combustible dependen de la presión;
- 10 La figura 9A es un diagrama ilustrativo de un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que la presión máxima de inyección y la proporción de descenso de la presión de inyección se ajustan de manera arbitraria por el procedimiento de “control de la diferencia de fase operativa entre las válvulas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;
- 15 La figura 9B es un diagrama ilustrativo de un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que la presión máxima de inyección y la proporción de descenso de la presión de inyección se ajustan de manera arbitraria por el procedimiento de “control de la diferencia de fase operativa entre las válvulas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;
- 20 La figura 9C es un diagrama ilustrativo de un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que la presión máxima de inyección y la proporción de descenso de la presión de inyección se ajustan de manera arbitraria por el procedimiento de “control de la diferencia de fase operativa entre las válvulas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;
- 25 La figura 10A es un diagrama ilustrativo de un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que la presión de inyección posterior es ajustada de manera arbitraria por el procedimiento de “control de la diferencia de fase operativa entre las válvulas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;
- 30 La figura 10B es un diagrama ilustrativo de un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que la presión de inyección posterior es ajustada de manera arbitraria por el procedimiento de “control de la diferencia de fase operativa entre las válvulas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;
- 35 La figura 10C es un diagrama ilustrativo de un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que la presión de inyección posterior es ajustada de manera arbitraria por el procedimiento de “control de la diferencia de fase operativa entre las válvulas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;
- 40 La figura 10D es un diagrama ilustrativo de un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que la presión de inyección posterior es ajustada de manera arbitraria por el procedimiento de “control de la diferencia de fase operativa entre las válvulas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;
- 45 La figura 11A es un diagrama ilustrativo de la influencia en los gases de escape y ruidos de la combustión ejercidos por un procedimiento de inyección de combustible en un inyector de combustible convencional;
- La figura 11B es un diagrama ilustrativo del efecto en los gases de escape y ruidos de la combustión ejercidos por un procedimiento de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;
- 50 La figura 12A es un diagrama ilustrativo de la influencia en el escape ejercidos por un procedimiento de inyección de combustible en un inyector de combustible convencional;
- La figura 12B es un diagrama ilustrativo de la influencia en el escape ejercidos por un procedimiento de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;
- 55 La figura 13A es un diagrama ilustrativo de un ejemplo en el que la proporción de inyección de combustible es ajustada por el procedimiento de “control de la proporción de desplazamiento del émbolo por el multiplicador (cambio de área del canal de combustible)” entre los procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un modelo para el cambio de la proporción de elevación de la presión después de terminar un período de inyección principal (01);
- 60 La figura 13B es un diagrama ilustrativo de un ejemplo en el que la proporción de inyección de combustible es ajustada por el procedimiento de “control de la proporción de desplazamiento del émbolo por el multiplicador (cambio de área del canal de combustible)” entre los procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un modelo para el cambio de la proporción de elevación de la presión después de terminar un período de inyección principal (01);
- 65

5 La figura 13C es un diagrama ilustrativo de un ejemplo en el que la proporción de inyección de combustible es ajustada por el procedimiento de “control de la proporción de desplazamiento del émbolo por el multiplicador (cambio de área del canal de combustible)” entre los procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un modelo para el cambio de la proporción de elevación de la presión después de terminar un período de inyección principal ($\theta 1$);

10 La figura 13D es un diagrama ilustrativo de un ejemplo en el que la proporción de inyección de combustible es ajustada por el procedimiento de “control de la proporción de desplazamiento del émbolo por el multiplicador (cambio de área del canal de combustible)” entre los procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un modelo para el cambio de la proporción de elevación de la presión después de terminar un período de inyección principal ($\theta 1$);

15 La figura 14A es un diagrama ilustrativo de un ejemplo en el que la proporción de inyección de combustible es ajustada por el procedimiento de “control de la proporción de desplazamiento del émbolo por el multiplicador (cambio de área del canal de combustible)” entre los procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un modelo para el cambio de la proporción de elevación de la presión directamente antes de alcanzar la presión máxima de inyección ($\theta 2$);

20 La figura 14B es un diagrama ilustrativo de un ejemplo en el que la proporción de inyección de combustible es ajustada por el procedimiento de “control de la proporción de desplazamiento del émbolo por el multiplicador (cambio de área del canal de combustible)” entre los procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un modelo para el cambio de la proporción de elevación de la presión directamente antes de alcanzar la presión máxima de inyección ($\theta 2$);

25 La figura 14C es un diagrama ilustrativo de un ejemplo en el que la proporción de inyección de combustible es ajustada por el procedimiento de “control de la proporción de desplazamiento del émbolo por el multiplicador (cambio de área del canal de combustible)” entre los procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un modelo para el cambio de la proporción de elevación de la presión directamente antes de alcanzar la presión máxima de inyección ($\theta 2$);

30 La figura 14D es un diagrama ilustrativo de un ejemplo en el que la proporción de inyección de combustible es ajustada por el procedimiento de “control de la proporción de desplazamiento del émbolo por el multiplicador (cambio de área del canal de combustible)” entre los procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un modelo para el cambio de la proporción de elevación de la presión directamente antes de alcanzar la presión máxima de inyección ($\theta 2$);

35 La figura 15A es un diagrama ilustrativo de un ejemplo en el que la proporción de inyección de combustible es ajustada por el procedimiento de “control de la proporción de desplazamiento del émbolo por el multiplicador (cambio de área del canal de combustible)” entre los procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un modelo para el cambio de la proporción de disminución de la presión al terminar una inyección principal ($\theta 3$);

40 La figura 15B es un diagrama ilustrativo de un ejemplo en el que la proporción de inyección de combustible es ajustada por el procedimiento de “control de la proporción de desplazamiento del émbolo por el multiplicador (cambio de área del canal de combustible)” entre los procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un modelo para el cambio de la proporción de elevación de la presión después de terminar un período de inyección principal ($\theta 3$);

45 La figura 15C es un diagrama ilustrativo de un ejemplo en el que la proporción de inyección de combustible es ajustada por el procedimiento de “control de la proporción de desplazamiento del émbolo por el multiplicador (cambio de área del canal de combustible)” entre los procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un modelo para el cambio de la proporción de disminución de la presión al terminar una inyección principal ($\theta 3$);

50 La figura 15D es un diagrama ilustrativo de un ejemplo en el que la proporción de inyección de combustible es ajustada por el procedimiento de “control de la proporción de desplazamiento del émbolo por el multiplicador (cambio de área del canal de combustible)” entre los procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un modelo para el cambio de la proporción de disminución de la presión al terminar una inyección principal ($\theta 3$);

55 La figura 16 es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento en el que la cantidad de inyección y la presión de inyección son ajustados por el procedimiento de “control de la diferencia de fase debido al funcionamiento de las válvulas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;

5 La figura 17 es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento en el que la cantidad de inyección y la presión de inyección son ajustados por el procedimiento de “control de la diferencia de fase debido al funcionamiento de las válvulas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización;

10 La figura 18A es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “ajuste de la cantidad de inyección y de la presión de inyección” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y el cambio de la presión de la punta de la tobera;

15 La figura 18B es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “ajuste de la cantidad de inyección y de la presión de inyección” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y el cambio de la presión de inyección;

20 La figura 19A es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “ajuste de la cantidad de inyección y de la presión de inyección” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y el cambio de la presión de la punta de la tobera;

25 La figura 19B es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “ajuste de la cantidad de inyección y de la presión de inyección” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y el cambio de la presión de inyección;

30 La figura 20A es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “ajuste de la presión de inyección (presión de inyección posterior)” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y mostrando también ejemplos de una inyección principal y una inyección posterior a alta presión;

35 La figura 20B es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “ajuste de la presión de inyección (presión de inyección posterior)” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y ejemplos de una inyección principal y una inyección posterior a alta presión;

40 La figura 21A es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “ajuste de la presión de inyección (presión de inyección posterior)” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y ejemplos de una inyección principal y una inyección posterior a baja presión;

45 La figura 21B es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “ajuste de la presión de inyección (presión de inyección posterior)” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y ejemplos de una inyección principal y una inyección posterior a baja presión;

50 La figura 22A es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “ajuste de la presión de inyección (presión de inyección posterior)” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y ejemplos de una inyección principal y una inyección posterior a presión media;

55 La figura 22B es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “ajuste de la presión de inyección (presión de inyección posterior)” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y ejemplos de una inyección principal y una inyección posterior a presión media;

60 La figura 23A es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “ajuste de la presión de inyección (presión de inyección posterior)” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y ejemplos de una inyección principal y una inyección posterior;

65 La figura 23B es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “ajuste de la presión de inyección (presión de inyección posterior)” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y ejemplos de una inyección principal y una inyección posterior;

La figura 24A es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “cambio de presión de inyección entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un cambio de área de apertura de una válvula de control del émbolo multiplicador de la presión;

La figura 24B es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “cambio de presión de inyección entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un cambio de la posición del émbolo multiplicador de la presión;

5 La figura 24C es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “cambio de presión de inyección entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un cambio de la presión de inyección;

10 La figura 25A es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “llevar a cabo inyección con presión de dos etapas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un cambio del área de apertura de una válvula de control del émbolo multiplicador de la presión;

15 La figura 25B es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “llevar a cabo inyección con presión de dos etapas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un cambio de la posición del émbolo multiplicador de la presión;

20 La figura 25B es un diagrama esquemático ilustrativo de un ejemplo de un procedimiento de “llevar a cabo inyección con presión de dos etapas” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización, y un cambio de la presión de inyección;

25 La figura 26 es un diagrama esquemático ilustrativo de otro ejemplo de un procedimiento de “cambio del área del canal de combustible” entre procedimientos de inyección de combustible en el inyector de combustible, de acuerdo con la presente realización,

La figura 27A es un diagrama ilustrativo de una situación en la que la presión en el lado de salida del multiplicador cambia a lo largo del tiempo cuando se lleva a cabo inyección de combustible mediante un procedimiento de inyección de combustible en un inyector de combustible convencional;

30 La figura 27B es un diagrama ilustrativo de una situación en la que la presión en el lado de salida del multiplicador cambia con respecto al ángulo de giro del cigüeñal de motor cuando se lleva a cabo inyección de combustible mediante un procedimiento de inyección de combustible en un inyector de combustible convencional; y

35 La figura 28 es un diagrama que corresponde a la figura 27B y que muestra la situación preferente en la que la presión en el lado de salida del multiplicador cambia durante la inyección de combustible.

Mejor forma de llevar a cabo la invención

[Estructura fundamental de un inyector]

40 (Ejemplo estructural 1)

45 La figura 2 muestra la estructura general de un inyector de combustible 30, de acuerdo con una realización de la presente invención.

50 El inyector de combustible 30 comprende un acumulador (conducto común) 32. El acumulador 32 está conectado a un recipiente de combustible 62 en la tobera 34 de inyección de combustible a través de un canal principal de combustible 36 y puede acumular combustible bombeado desde la bomba de presión de combustible 38 a una presión predeterminada de acuerdo con la velocidad o carga de un motor. Además, se dispone de una válvula de corte de la presión 40 a lo largo del canal principal de combustible 36 para conectar la tobera 34 de inyección de combustible y el acumulador 32 entre sí. La válvula de corte de la presión 40 impide que el combustible a presión pase desde la tobera de inyección de combustible 34 al lado correspondiente al acumulador 32.

55 Además, se prevé una cámara de combustible de control de la inyección 42 en el lado de salida de la válvula de corte de la presión 40 del canal principal de combustible 36 para conectar la tobera de inyección de combustible 34 y el acumulador 36 entre sí, conectados al canal principal de combustible 36 mediante el orificio 44. La cámara 42 de control de inyección del combustible recibe en su interior un émbolo de control 46. El émbolo de control 46 se encuentra en cooperación con una válvula de aguja 48 en la tobera de inyección de combustible 34. De acuerdo con ello, debido al funcionamiento de la presión de combustible en la cámara de control de inyección de combustible 42, la válvula de aguja 48 de la tobera de inyección de combustible 34 es presionada para su asiento sobre el asiento de tobera 50, manteniéndose en el mismo.

60 Una válvula 52 de control de la inyección está dispuesta en la cámara 42 de control de la inyección de combustible. Ordinariamente, la válvula de control de la inyección 52 tiene una estructura para llevar a cabo la inyección de combustible con cierre de la válvula de aguja 48 en la tobera de inyección de combustible 34, debido al funcionamiento de la presión de combustible en la cámara de control de inyección de combustible 42, tal como se ha

65

descrito anteriormente o abriendo la válvula de aguja 48 debido a la salida de combustible de la cámara de control de la inyección de combustible 42.

Un multiplicador de la presión 54 queda dispuesto en el lado de salida de la válvula de corte de presión 40 del canal principal de combustible 36 para conectar la tobera de inyección de combustible 34 y el acumulador 32 entre sí y está conectado a la cámara de control de inyección de combustible 42. El multiplicador de presión 54 comprende un cilindro 56 y un émbolo 58 y tiene una estructura capaz de intensificar adicionalmente la presión del combustible alimentado desde el acumulador 32, debido al movimiento del émbolo 58, y alimentar el multiplicador de combustible a mayor presión a la cámara de control de inyección de combustible 42 y a la tobera de inyección de combustible 34.

Se dispone en el multiplicador de presión 54 una válvula 60 de control del émbolo como medios de control del multiplicador. La válvula 60 de control del émbolo está dispuesta en un canal de combustible 64 que se extiende desde el acumulador 32 y que está estructurado para desplazar el émbolo 58, al provocar que el combustible alimentado con intermedio del canal de combustible 64 pase desde el acumulador 32 al cilindro 56, haciendo posible de esta manera multiplicar la presión de combustible en el lado de salida de la válvula de corte de la presión 40 y asimismo controlar el caudal de combustible hacia dentro del cilindro 56 al escalar el área del canal de combustible.

Además, una cámara de combustible que corresponde al émbolo 58 está abierta en un lado del diámetro más grande hacia la atmósfera mediante un orificio 59.

Además, la válvula de control de la inyección 52 y la válvula 60 de control del émbolo están estructuradas en forma de válvula electromagnética de tipo PZT, o de tipo super magnetostrictivo.

(Ejemplo estructural 2)

Además de la estructura fundamental del inyector de combustible 30, que se ha descrito anteriormente de acuerdo con el ejemplo estructural 1, una leva multiplicadora de la presión puede impulsar el multiplicador 54.

A saber, el inyector de combustible 30 puede estar estructurado para proporcionar al multiplicador 54 una leva multiplicadora de la presión como medios de control del multiplicador.

La leva multiplicadora de la presión está estructurada para desplazar directamente el émbolo 58 del multiplicador 54 y la presión de combustible puede aumentar adicionalmente en el lado de salida de la válvula de corte de la presión 40.

En este caso, se puede establecer un estado inmóvil del émbolo 58 al disponer un eje de levas de la leva multiplicadora de presión con un embrague o un mecanismo de desplazamiento del eje de levas hacia arriba. Además, se puede añadir un mecanismo capaz de cambiar la fase de la leva multiplicadora de la presión.

Si el inyector de combustible 30 tiene dicha leva multiplicadora de la presión en el multiplicador 54, que comprende el cilindro 56 y el émbolo 58, el émbolo 58 puede ser desplazado directamente por la leva multiplicadora de presión para incrementar la presión de combustible en el lado de salida de la válvula de corte de la presión 40. A saber, por ejemplo, la leva multiplicadora de la presión es obligada a girar para sincronizarse con la velocidad del motor y durante la inyección de combustible a la presión del conducto común, se dispone una situación en la que la leva multiplicadora de la presión no desplaza el émbolo 58 al desacoplar un embrague del eje de levas de la leva multiplicadora de presión o al desplazar el eje de levas hacia arriba. Por otra parte, al funcionar el multiplicador de presión 54, se dispone una situación en la que la leva multiplicadora de la presión desplaza directamente el émbolo 58 al acoplar el embrague del eje de levas de la leva multiplicadora de la presión o al desplazar el eje de levas hacia arriba. De esta manera, el inyector puede estar realizado con una estructura simple.

En este caso, en una estructura en la que la presión de combustible en el lado de salida del multiplicador es multiplicada debido al funcionamiento del multiplicador 54 todo el tiempo, el combustible no puede ser inyectado solamente con la presión del conducto común. Por otra parte, dado que se puede asegurar la situación en la que la leva multiplicadora de la presión no desplaza el émbolo 58, la presión de combustible en el lado de salida del multiplicador 54 se pueden mantener a la presión del conducto común y se hace posible la inyección a la presión del conducto común. Como consecuencia, en el caso en el que se inyecta combustible debido al funcionamiento del multiplicador 54, se puede aumentar el grado de libertad de la temporización de la inyección.

[Funcionamiento fundamental del inyector]

El inyector de combustible antes descrito 30 comprende el acumulador 32, la válvula de corte de la presión 40, la cámara de control de la inyección de combustible 42, la válvula de control de la inyección 52, el multiplicador y la válvula 60 de control del émbolo. El combustible (a la presión del conducto común) procedente del acumulador 32 es alimentado al multiplicador 54 y el émbolo 58 es desplazado para multiplicar la presión del combustible. Además, en este caso, con respecto a la tobera 34 de inyección de combustible, el sistema de inyección con acumulador (sistema de inyección de conducto común) está estructurado por "el acumulador 32, la válvula de corte de presión

40, la cámara de control de inyección de combustible 42 y la válvula de control de inyección 52", y el multiplicador está dispuesto en paralelo con respecto al sistema de inyección con acumulador. En otras palabras, con respecto a la tobera de inyección de combustible 34, un sistema de inyección con multiplicador de presión (sistema de inyección pulsante) está estructurado por "el multiplicador 54, la válvula 60 de control del émbolo, la cámara de control de la inyección de combustible y la válvula de control de la inyección 52".

En este punto,

- 1) Caso de inyección de combustible por el sistema de inyección con acumulador (sistema de inyección de conducto común):

Antes de empezar la inyección, la válvula de control de la inyección 52 es mantenida en estado cerrado y una presión en la cámara de control de inyección de combustible 42 se hace igual a la presión en el acumulador 32 (presión de conducto común). De acuerdo con ello, la válvula de aguja 48 de la tobera de inyección de combustible 34 es presionada sobre el asiento 50 de la tobera con intermedio del émbolo de control 46 y es mantenida en estado cerrado.

En la inyección del combustible, cuando la válvula de control 60 del émbolo está en estado cerrado, el multiplicador 54 está dispuesto en estado inmóvil. Además, el combustible procedente del acumulador 32 es bombeado al recipiente de combustible 62 de la tobera de inyección de combustible 34 con intermedio de la válvula de corte de presión 40. En este momento, cuando el combustible en la cámara 42 de control de la inyección de combustible se ha eliminado por la apertura de la válvula de control de inyección 52, disminuye la presión para el cierre de la válvula de aguja 48 en la tobera de inyección de combustible 34, mientras que la presión en el conducto común se mantiene en el interior de la tobera de inyección de combustible 34 (recipiente de combustible 62). De acuerdo con ello, la válvula de aguja 48 en la tobera de inyección de combustible 34 se abre y el combustible del acumulador 32 es inyectado directamente (sin un cambio de presión) desde la tobera de inyección de combustible 34.

Cuando se ha terminado la inyección de combustible, la presión en la cámara de control de inyección de combustible 42 se hace igual a la presión del conducto común al abrir nuevamente la válvula de control de la inyección 52. Por lo tanto, la válvula de aguja 48 de la tobera de inyección de combustible 34 es presionada nuevamente, con intermedio del émbolo de control 46, en una dirección en la que cierra la válvula de aguja 48 y a continuación es mantenida estando asentada sobre el asiento 50 de la tobera. De acuerdo con ello, se termina la inyección de combustible.

- 2) Caso de inyección de combustible por el sistema de inyección con multiplicador (sistema de inyección pulsante):

Antes de empezar la inyección, la válvula de control de la inyección 52 es mantenida en estado cerrado y la presión en la cámara de control de inyección de combustible 42 se hace igual a la presión en el acumulador 32 (presión de conducto común). De acuerdo con ello, la válvula de aguja 48 de la tobera de inyección de combustible 34 es presionada sobre el asiento 50 de la tobera con intermedio del émbolo de control 46 y se mantiene en estado cerrado.

En la inyección de combustible, cuando la válvula de control del émbolo está abierta, el combustible fluye hacia dentro del multiplicador 54 (cilindro 56). De acuerdo con ello, el émbolo 58 es desplazado para aumentar la presión del combustible. En este caso, el combustible cuya presión ha sido aumentada por el multiplicador 54 es bombeado al depósito de combustible 62 y a la tobera de inyección de combustible 34 y la cámara de inyección de combustible 42. Además, en esta situación, la válvula 40 de corte de la presión funciona para impedir que el combustible a mayor presión pase al acumulador 32. Además, en este momento, cuando la válvula de control de inyección 52 elimina el combustible de la cámara de control de inyección de combustible 42, disminuye la presión para el cierre de la válvula de aguja 48 en la tobera de inyección de combustible 34, mientras actúa en la tobera de inyección de combustible 34 (recipiente de combustible 62) la presión del combustible aumentada por el multiplicador 54. De acuerdo con ello, la válvula de aguja 48 de la tobera de inyección de combustible 34 se abre y el combustible a mayor presión por la acción del multiplicador 54 es inyectado desde la tobera de inyección de combustible 34.

Al completar la inyección de combustible, la presión en la cámara 42 de control de la inyección de combustible y la presión en la tobera de inyección de combustible 34 se hacen iguales nuevamente entre sí por la válvula de control de inyección 52. Por lo tanto, la válvula de aguja 48 en la tobera de inyección de combustible 34 es presionada en la dirección en la que cierra la válvula de agua 48 y es mantenida en posición de asiento sobre el asiento 50 de la tobera y se termina la inyección de combustible.

En la preparación para la siguiente inyección, la válvula de control 60 del émbolo del multiplicador de presión 54 está cerrada para disminuir la presión dentro del cilindro 56 (recinto del émbolo) del multiplicador 54 que es más baja que la presión del conducto común y el émbolo 58 es desplazado nuevamente a su posición original. De acuerdo con ello, cuando la presión del combustible en el lado de salida de la válvula de corte de presión 40 resulta menor que la presión del conducto común, la válvula de corte de presión 40 es abierta inmediatamente y facilita sustancialmente la misma presión de combustible que el conducto común.

Por lo tanto, en el inyector de combustible 30, de acuerdo con la presente realización, la inyección de combustible puede ser controlada cambiando a una inyección de baja presión para alimentar combustible sin cambios desde el acumulador 32 a la tobera de inyección de combustible 34 e inyectando combustible o efectuando una inyección a alta presión para alimentar combustible a mayor presión por la acción del multiplicador 54 hacia la tobera de inyección de combustible 34 e inyectando el combustible. De acuerdo con ello, el inyector de combustible 30 muestra fundamentalmente los siguientes efectos:

① Dado que el combustible (a la presión del conducto común) alimentado desde el acumulador 32 al multiplicador 54 es sometido a incremento de presión y es inyectado, se puede conseguir una presión de inyección extra elevada (por ejemplo, una presión máxima de inyección de 300 Mpa) que supera ampliamente la del sistema de inyección convencional por conducto común. De acuerdo con ello, incluso en el caso en que la velocidad del motor es elevada y la carga es elevada, se puede inyectar combustible durante un periodo de inyección apropiado, la proporción de inyección del combustible se hace más elevada y se posibilita una excelente combustión, y pudiendo conseguir un motor con bajas emisiones y alta potencia. Además, el deterioro de la penetración completa del chorro debido a la reducción del diámetro de apertura de la tobera de inyección de combustible se puede compensar por una presión de inyección extra elevada. Dado que se puede utilizar el oxígeno que se encuentra en la cámara de combustión de manera efectiva, se puede conseguir un excelente estado de la combustión en la que se minimiza la producción de humos.

Además, no hay necesidad de una acumulación constante de presión de inyección a presión extra elevada y desde el punto de vista de rigidez como inyector, el inyector 30 de la presente invención es más ventajoso que un sistema de inyección convencional por conducto común que requiere una acumulación constante de una alta presión de inyección predeterminada en su interior, y pudiendo, de esta manera, disminuir los costes de fabricación.

② El sistema de inyección con acumulador (sistema de inyección de conducto común) y el multiplicador de presión están dispuestos en paralelo entre sí. Cuando la presión de combustible, en el lado de salida de la válvula de corte de presión se encuentra por debajo de la presión del conducto común, se suministra combustible desde el acumulador. Por lo tanto, cuando se lleva a cabo una inyección posterior, después de una inyección principal, el combustible no es inyectado a una presión inferior a la del conducto común. De acuerdo con ello, dado que el chorro puede ser objeto de inyección posterior en excelente estado de pulverización, el combustible de la inyección posterior no puede provocar humos. Como consecuencia, se puede conseguir un efecto de promoción de la combustión de forma máxima por la inyección posterior de combustible que agita el lugar de la combustión o por incremento de la temperatura del lugar de la combustión.

Además, dado que la inyección de combustible puede ser controlada por cambio a inyección a baja presión o inyección a alta presión, se puede ajustar una presión de inyección óptima para la inyección piloto, la inyección principal y la inyección posterior, respectivamente.

Además, se pueden combinar libremente la inyección a presión de conducto común y la inyección por el funcionamiento del multiplicador de presión 54 para llevar a cabo la inyección de combustible, de manera que el grado de libertad del modelo de inyección es grande.

③ Dado que el sistema de inyección con acumulador (sistema de inyección por conducto común) y el multiplicador de presión 54 están dispuestos en paralelo entre sí y cuando la presión de combustible en el lado de salida de la válvula de corte de presión 40 se encuentra por debajo de la presión del conducto común, el combustible es suministrado desde el acumulador 32, la presión de inyección no puede ser inferior a la presión de vapor del combustible. De acuerdo con ello, no hay necesidad de preocuparse sobre la formación de erosiones en el canal de combustible debido a la aparición de cavitación, de manera que se aumenta notablemente la duración.

④ Dado que el sistema de inyección con acumulador (sistema de inyección con conducto común) y el multiplicador de presión 54 están dispuestos en paralelo entre sí, aunque el multiplicador de presión 54 esté averiado en el estado en el que el acumulador 32 y el multiplicador 54 están desconectados entre sí, el combustible puede ser inyectado a la presión del conducto común. Como consecuencia, no hay posibilidad de que el motor se pare de forma repentina.

El inyector de combustible, de acuerdo con el ejemplo estructural 2 anteriormente descrito, en el que el multiplicador de presión 54 es accionado por la leva de multiplicación de presión puede mostrar también sustancialmente las mismas operaciones y efectos que los del inyector de combustible 30.

En este caso, tal como se ha mostrado en la figura 2, se ha explicado un ejemplo en el que el multiplicador de presión 54 es accionado al hacer que el combustible fluya hacia dentro del multiplicador de presión 54. No obstante, tal como se ha mostrado en la figura 3, también es posible accionar el multiplicador de presión 54 al hacer que el combustible fluya hacia fuera del multiplicador 54.

Las figuras 2 y 3 muestran esquemáticamente la válvula de control 60 en forma de válvula de dos vías. También es ventajoso constituir la válvula 60 de control del émbolo en forma de válvula de tres vías junto con un orificio 59, tal como se ha mostrado en el ejemplo de la figura 2 y con un orificio 61 tal como se ha mostrado en el ejemplo de la figura 3, a efectos de reducir la cantidad de combustible para el funcionamiento de un inyector. Además, tal como se ha mostrado con la válvula de control de inyección 52 en forma de válvula de dos vías, también puede ser constituida en forma de válvula de tres vías. Además, la válvula de aguja 48 de la tobera de inyección de

combustible 34 y la cámara de control de inyección de combustible 42 están conectadas entre sí con intermedio del émbolo de control 46. No obstante, incluso cuando la presión de inyección está estructurada sin el émbolo de control 46, dado que se puede obtener el principio operativo similar se puede adoptar dicha estructura.

5 [Procedimiento de inyección de combustible]

A. Características fundamentales para explicar la inyección de combustible

10 En primer lugar, se hará una descripción de las características fundamentales durante la inyección de combustible cuando se inyecta combustible a la presión del conducto común en el inyector de combustible antes descrito 30.

15 Además, en un sistema de inyección con acumulador (sistema de inyección por conducto común), utilizando una "válvula de dos vías" como válvula de control de la inyección, tal como la válvula de control de la inyección, tal como la válvula de control de la inyección 52 de la presente realización, tal como se ha mostrado en la figura 4A, de modo general, la válvula de aguja 48 de la tobera de inyección de combustible 34 se abre/cierra a una velocidad de desplazamiento (velocidad de levantamiento) que es comparativamente baja y existe una zona de estrangulación del asiento (en la que el área sustancial de apertura del asiento de la tobera 50 es menor que el área total del orificio de inyección de la tobera). Por otra parte, el área efectiva de la abertura para inyección de combustible por la tobera de inyección de combustible, no se hace gradualmente más grande o no se hace gradualmente más pequeña, de acuerdo con el movimiento de la válvula de aguja 48. Tal como se ha mostrado en la figura 4B, un área máxima limitada por el área total del orificio de inyección de la tobera queda asegurada para la mayor parte del periodo de tiempo. No obstante, tal como se ha mostrado en la figura 4C, en realidad el tiempo en el que tanto la presión de inyección como la proporción de inyección se hacen máximas, será ligeramente menor que el tiempo en el que el área de abertura geométrica de la tobera resulta máxima. La razón de ello es que mientras el asiento de la tobera 50 está abierto en toda la circunferencia de la aguja (el área de apertura del asiento de la tobera 50 corresponde a la circunferencia total de la aguja), el número de orificios de inyección de la tobera está limitado, lo que no permite utilizar de manera efectiva el área de apertura del asiento 50 de la tobera. La misma descripción puede ser realizada sobre el tiempo en el que se termina la inyección de combustible.

20 A efectos de clarificar la descripción, tal como se ha mostrado en la figura 4D, se realizará la descripción de la presente realización suponiendo que la presión de inyección y la proporción de inyección dependen del área de la abertura geométrica de la parte del asiento de la tobera (indicado a continuación "área de abertura de la tobera").

25 A continuación, se hará la descripción de un cambio de presión directamente antes del asiento 50 de la tobera cuando se inyecta combustible por un sistema de inyección con multiplicador (sistema de inyección pulsante).

30 Tal como se ha mostrado en la figura 5, cuando la tobera 34 de inyección de combustible (válvula de aguja 48) se abre, durante un período de multiplicación de la presión, el combustible sale debido a la inyección, provocando de esta manera la disminución de la velocidad de elevación de la presión. En este caso, la inclinación (proporción de elevación) de los incrementos de presión 1, cuando la tobera de inyección de combustible 34 está cerrada, en relación con la presión base de conducto común (proporción de elevación) y aumenta también 1 cuando la tobera de inyección de combustible 34 está abierta con respecto a la presión base de conducto común (proporción de elevación). Además, si se cambia la presión base de conducto común, la inclinación (proporción de elevación) también varía.

35 En el caso en el que se inicia la inyección de combustible o se interrumpe durante una operación del multiplicador 54 (émbolo 58), la proporción de elevación de la presión de inyección real cambia de manera continua, de acuerdo con el cambio continuo del área de apertura de la tobera.

40 No obstante, a efectos de clarificar la descripción, se hará la descripción de la presente realización, suponiendo que la proporción de elevación de la presión es baja durante la inyección de combustible y que la proporción de elevación de la presión es elevada durante la suspensión de la inyección de combustible.

55 1. Ajuste de las características preferibles

60 En un llamado control de la proporción de inyección para cambiar la presión de inyección durante un periodo de inyección, para obtener efectos superiores, tal como se ha mostrado en la figura 6, cuando se inyecta combustible por la tobera de inyección de combustible 34 en una cantidad máxima, tal como es necesario para el motor, es preferible ajustar un periodo de incremento de la presión del combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible a efectos de ocupar 1/3 o más del periodo total de inyección. De acuerdo con ello, incluso cuando se lleva a cabo la inyección de combustible con un modelo de inyección arbitraria por "control de la diferencia de fase operativa entre fases" es preferible ajustar el periodo de incremento de la presión, tal como se ha descrito anteriormente.

65 Esto puede controlar de manera adecuada la inyección de combustible con un modelo de inyección arbitrario (por ejemplo, una presión de inyección máxima del combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible,

proporción de elevación de la presión de inyección al inicio del incremento de presión, proporción de disminución de la presión de inyección al terminar la inyección, presión de la inyección piloto, presión de inyección posterior y similares).

- 5 2. Control de la presión de inyección máxima y de la proporción de elevación de la presión de inyección al inicio del incremento de la presión

10 El tiempo para la apertura de la válvula de aguja 48 (tiempo para el accionamiento de la válvula de control de la inyección 52) y el tiempo para el accionamiento del multiplicador 54 (tiempo para el accionamiento de la válvula 60 de control del émbolo) son controlados individualmente, y se regula la diferencia de fase operativa entre las válvulas de control 52 y 60, de manera que se puede llevar a cabo la inyección de combustible con un modelo arbitrario de inyección de combustible.

15 Las figuras 7A a 7D muestran un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que la presión de inyección máxima y la proporción de elevación de la presión de inyección se ajustan arbitrariamente al cambiar la diferencia de fase operativa entre la válvula de control de la inyección 52 y la válvula de control del émbolo 60.

20 Tal como se ha mostrado en las figuras 7A a 7D, cuando el área de apertura de la tobera se hace máxima (cuando se ha terminado el periodo de estrangulación del asiento), la presión de inyección aumenta con rapidez, llegando a ser la misma que antes de la parte 50 de asiento de la tobera. Después de ello, cuando se ha terminado la inyección de combustible, la presión disminuye durante el periodo de estrangulación de asiento. De acuerdo con ello, al controlar de manera adecuada la diferencia de fase operativa (tiempo operativo) entre la válvula 52 de control de inyección, la válvula 60 de control del émbolo puede ser escogida de manera arbitraria, de manera que es posible cambiar una presión de inyección máxima y la proporción de elevación de la presión de inyección en el estado inicial de un incremento de presión.

25 Particularmente en este caso, tal como se ha mostrado en las figuras 7B y 7C, la proporción de elevación de la presión de inyección se puede escoger arbitrariamente iniciando la inyección de combustible cuando la presión directamente antes de la parte de asiento 50 de la tobera es una presión arbitraria entre la presión base de conducto común y la presión de inyección máxima estáticamente determinada por una proporción de presión aumentada del multiplicador de presión 54. Además, tal como se ha mostrado, por comparación de las figuras 7C y 7D, si la presión de conducto común base y la presión de inyección máxima son iguales, se puede cambiar también la proporción de elevación de la presión de inyección.

30 En las figuras 7A a 7D se han mostrado casos en los que se inyecta combustible durante el mismo periodo de tiempo de inyección. A efectos de que en cada uno de los casos se tenga la misma cantidad de inyección de combustible, es necesario acortar el tiempo de funcionamiento de la válvula de control de inyección 52 y un periodo de inyección también del modelo de la figura 7A al modelo de la figura 7D. No obstante, también en este caso, es una realidad que, debido a la diferencia de fase operativa entre válvulas, se puede controlar, tal como se ha descrito anteriormente, la proporción de elevación de la presión de inyección y la presión de inyección máxima.

35 Tal como se ha descrito anteriormente, controlando y regulando de manera apropiada la diferencia de fase operativa (tiempo operativo) entre la válvula de control de inyección 52 y la válvula 60 de control del émbolo, se puede ajustar arbitrariamente la proporción de elevación de presión de inyección y presión de inyección máxima y un grado de libertad de la inyección se puede aumentar adicionalmente.

40 Al controlar la diferencia de fase entre las dos válvulas de control, tal como se ha descrito anteriormente, la proporción de elevación de presión de inyección cambia en asociación con una presión de inyección máxima. A saber, cuanto mayor es la presión al inicio de la inyección, mayor es la proporción de elevación de la presión de inyección. La descripción anterior se ha realizado por simplificación de la presión de inyección por correspondencia con el área de abertura geométrica de la tobera. Tal como se ha descrito anteriormente, un punto de cambio real de presión no corresponde exactamente a un periodo de estrangulación geométrica del asiento. No obstante, esto no representa ninguna diferencia sustancial para explicar el procedimiento, de acuerdo con la presente realización.

45 En las figuras 7A a 7D que se han descrito anteriormente, se supone que las características (características de levantamiento de aguja) de la tobera de inyección de combustible 34 (válvula de aguja 48) no dependen de la presión. No obstante, por ejemplo, un inyector de conducto común que comprende una válvula de control de la inyección de tipo de dos vías y un émbolo de control, tal como se ha mostrado en la figura 8, tiene características tales que cuanto mayor es la presión, mayor es la velocidad de la aguja, tanto en el momento de la apertura como en el tiempo de cierre de la misma.

50 En el inyector (tobera de inyección de combustible) que tiene las características de que cuanto mayor es la velocidad de levantamiento de la aguja, mayor es la presión, cuanto mayor es la presión al inicio de la inyección, mayor es la velocidad de levantamiento de la aguja, de manera que el periodo de estrangulación del asiento transcurre de manera muy rápida. De acuerdo con ello, en la inyección de combustible (tobera de inyección de combustible) que tiene características tales que cuanto mayor es la presión, mayor es la velocidad de levantamiento de la aguja, al

aumentar la presión al inicio de la inyección, la velocidad de levantamiento de la aguja se hace mayor. Por lo tanto, el periodo de estrangulación del asiento transcurre de manera muy rápida. Como consecuencia, si la proporción de disminución de la presión es controlada tomando en consideración estas características de levantamiento, se puede mostrar un efecto de control de manera más efectiva en el que la proporción de disminución de la presión de inyección se puede controlar debido al control de la diferencia de fase operativa entre la válvula de control de inyección 52 y la válvula de control 60 del émbolo.

3. Control de la proporción de disminución de la presión de inyección al terminar la inyección.

Un ejemplo de modelo de inyección de combustible se ha mostrado en las figuras 9A a 9C, en el que la presión máxima de inyección y la proporción de disminución de la presión de inyección se ajustan de manera arbitraria debido al cambio de la diferencia de fase operativa entre la válvula de control de inyección 52 y la válvula 60 de control del émbolo, más específicamente, de manera que el funcionamiento de la válvula 60 de control del émbolo es interrumpido antes de que termine el cierre de la válvula de aguja 48 en la tobera de inyección de combustible 34 para interrumpir de esta manera el funcionamiento del multiplicador de presión 54.

Tal como se ha mostrado en las figuras 9A a 9C, el multiplicador de presión 54 está parado durante el tiempo de apertura de la válvula de aguja 48 (periodo de levantamiento de la aguja) y la presión de inyección del combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible 34 se puede disminuir a una presión base de conducto común al valor más bajo. A saber, en comparación con el caso en que el multiplicador 54 funciona de manera completa (en el caso de la figura 9A), tal como se ha mostrado en las figuras 9B o 9C, la proporción de disminución de la presión de inyección al terminar la inyección se puede hacer más elevada.

En las figuras 9A a 9C se muestran casos en los que el combustible es inyectado durante el mismo periodo de tiempo de inyección. Ambos modelos de las figuras 9A y 9C tienen sustancialmente la misma cantidad de inyección de combustible. No obstante, el modelo de la figura 9B tiene una menor cantidad de inyección de combustible que el de la figura 9C. Para que el modelo de la figura 9B tenga la misma cantidad que la de los modelos 9A y 9C, es necesario prolongar el periodo de inyección aumentando el funcionamiento de la válvula de control de inyección 52. No obstante, en este caso, es cierto que la proporción de disminución de la presión de inyección se puede controlar por una diferencia de fase operativa de las válvulas de control, tal como se ha descrito anteriormente.

Tal como se ha descrito anteriormente, debido a un control/regulación apropiados de la diferencia de fase operativa (tiempo de funcionamiento) entre la válvula de control de inyección 52 y la válvula de control 60 del émbolo, se puede ajustar la proporción de disminución de la presión de inyección cuando la inyección se ha completado haciendo posible incrementar el grado de libertad de la inyección de forma arbitraria.

En el control de la diferencia de fase entre las dos válvulas anteriormente mencionadas (en la interrupción del funcionamiento del multiplicador de presión 54 durante el periodo de levantamiento de la aguja de la válvula de aguja 48), se puede controlar la proporción de disminución de la presión de inyección independientemente de la presión máxima de inyección. Además, al controlar la proporción de disminución de la presión de inyección en combinación con (utilizando conjuntamente) "1. Un control de la presión máxima de inyección, una proporción de elevación de la presión de inyección al inicio de la multiplicación de presión", tal como en los modelos mostrados en las figuras 9A y 9C, por ejemplo, la cantidad de inyección y la presión de inyección máxima son las mismas, una proporción de disminución de la presión se puede cambiar (se puede ajustar de manera distinta).

La descripción anterior se ha llevado a cabo simplemente por asociación de una presión de inyección con un área de apertura geométrica de la tobera. Tal como se ha descrito anteriormente, un punto de cambio de la presión no coincide exactamente con un periodo de estrangulación geométrica del asiento. No obstante, no constituye diferencia alguna en la explicación del procedimiento esencial de control.

En las figuras 9A a 9C que se han descrito, se ha explicado que las características de levantamiento de la aguja de la tobera de inyección 34 (válvula de aguja 48) no dependen de la presión. No obstante, por ejemplo, un inyector de conducto común que tiene una válvula de control de la inyección de dos vías y un émbolo de control, tal como se ha mostrado en la figura 8 que se ha descrito anteriormente, tiene la característica de que cuanto mayor es la presión, mayor es la velocidad de la aguja tanto en el momento de la apertura como en el momento de cierre de la válvula de aguja.

En la inyección de combustible (tobera de inyección de combustible) que tiene las características de que cuanto mayor es la presión, mayor es la velocidad de levantamiento de la aguja, dado que la presión aumenta al inicio de la inyección, la velocidad de levantamiento de la aguja se hace más elevada, de manera que el periodo de estrangulación del asiento transcurre de manera muy rápida. Como consecuencia, si la proporción de disminución de la presión es controlada teniendo en cuenta esa característica de levantamiento de la aguja, se puede conseguir un efecto de control de manera más efectiva en el que la proporción de disminución de la presión de inyección al terminar la inyección es controlada debido al control de la diferencia de fase operativa entre la válvula de control de inyección 52 y la válvula 60 de control del émbolo. Asimismo, si la presión del combustible es baja, la velocidad de apertura/cierre de la válvula de aguja 48 se hace más baja, haciendo más largo el periodo de inyección del

combustible. De acuerdo con ello, aunque se cambie ligeramente el momento en el que se cambia ligeramente un funcionamiento del multiplicador 54, el inyector funciona manteniendo la cantidad de inyección sustancialmente uniforme, de manera que se puede mostrar un efecto en la variación más reducida de la cantidad de inyección.

5 4. Control de la presión de inyección posterior (presión de inyección piloto)

Las figuras 10A a 10D muestran un ejemplo de un modelo de inyección de combustible en el que se varía la diferencia de fase operativa entre la válvula de control de inyección 52 y la válvula 60 de control del émbolo, más específicamente, antes de empezar un periodo de inyección posterior, la válvula de control 60 del émbolo es accionada, se interrumpe el funcionamiento del multiplicador 54 y se ajusta arbitrariamente la presión de inyección posterior.

Tal como se ha mostrado en las figuras 10A a 10D, una inyección posterior, antes de empezar la inyección posterior, se acciona la válvula 60 del émbolo, el multiplicador es parado y se puede llevar a cabo una inyección posterior a una presión intermedia arbitraria entre la presión base de conducto común y la presión de inyección máxima determinada por el funcionamiento (proporción de presión aumentada) del multiplicador 54.

En este caso, por ejemplo, si la inyección de combustible es llevada a cabo simplemente solamente por dos presiones incluyendo una presión predeterminada (presión base de conducto común) del combustible por el acumulador y una presión de inyección máxima estática debido al funcionamiento del multiplicador, se puede considerar que después de haber llevado a cabo una inyección posterior a una elevada presión de inyección a intervalos cortos después de una inyección principal a efectos de reducir el hollín (carbón y similares) o una inyección posterior se lleva a cabo a una presión de inyección baja a efectos de conseguir un tratamiento posterior de los gases de escape. No obstante, tal como se ha descrito anteriormente, si la inyección posterior es llevada a cabo a una elevada presión de inyección a intervalos cortos después de la inyección principal, cuando la presión de inyección es demasiado elevada, ello provoca el incremento de NO_x o de los ruidos de la combustión. Es decir, no es aconsejable llevar a cabo la inyección posterior a una elevada presión de inyección solamente enfocando una reducción del hollín (carbón y similares), sino que se debe observar que existe una presión óptima para la presión de inyección. Por otra parte, cuando se lleva a cabo una inyección posterior para conseguir tratamiento posterior de los gases de escape, si la presión de inyección es demasiado baja, se presenta el problema de que el hollín o MP (materias en partículas) aumentan debido al deterioro de la pulverización del chorro. Además, si la presión de inyección es demasiado elevada, se deposita el combustible en la superficie de las paredes del motor provocando de esta manera el problema de que se pegan los aros del émbolo o se diluye el combustible conduciendo ello al deterioro de las emisiones del motor. En otras palabras, incluso cuando se lleva a cabo la inyección posterior para conseguir tratamiento posterior de los gases de escape, existe una presión óptima para la presión de inyección. De este modo, cuando se lleva a cabo inyección de combustible simplemente por dos presiones comprendiendo la presión base de conducto común y una presión estática máxima, no se puede conseguir una inyección óptima del combustible a efectos de satisfacer todos los modelos de la inyección de combustible.

A este respecto, en "3. Control de la presión de inyección posterior" de la presente invención, al llevar a cabo una inyección posterior, antes de empezar la inyección posterior, se interrumpe el funcionamiento del multiplicador 54 y se lleva a cabo la inyección posterior a una presión intermedia entre la presión base de conducto común y una presión estática máxima. De acuerdo con ello, el periodo de suspensión del multiplicador 54 se regula (controla), de manera que la inyección posterior puede ser llevada a cabo a una presión de inyección óptima arbitraria suficiente para satisfacer de manera completa los modelos de inyección del combustible.

Cuando se lleva a cabo inyección en etapas múltiples, en la que la inyección de la tobera de inyección de combustible es llevada a cabo una serie de veces para 1 ciclo del motor, funciona el multiplicador, como mínimo, dos o más veces y se puede incrementar adicionalmente un grado de libertad para el modelo de inyección.

50 5. Resumen de un modelo de "control de la diferencia de fase operativa entre válvulas"

En la inyección de combustible por "control de la diferencia de fase operativa entre válvulas", tal como se ha descrito anteriormente, el tiempo de apertura de la válvula de aguja 48 (temporización operativa de la válvula de control de inyección 52) y la temporización operativa del multiplicador 54 (temporización operativa de la válvula 60 de control del émbolo) son controlados individualmente (se controla la diferencia de fase operativa para cada válvula de control) y se puede llevar a cabo inyección de combustible con un modelo de inyección arbitrario.

Es decir, en la realización de la inyección de combustible, se predeterminan la presión de inyección del combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible 34 y el modelo de inyección de combustible, de acuerdo con la proporción de inyección (por ejemplo, una presión de combustible óptima o una proporción de inyección óptima de la inyección piloto o inyección principal, de acuerdo con la velocidad del motor o situación de carga). Cuando la válvula de aguja 48 es abierta y se inicia la inyección de combustible, se determinan el tiempo de apertura de la válvula de aguja 48 y el tiempo de funcionamiento del multiplicador 54 (la diferencia de fase operativa es regulada) para formar el modelo de inyección de combustible predeterminado por el control de la presión de combustible por el acumulador 32 y el incremento de presión del combustible al accionar el multiplicador 54. Después de ello, los

funcionamiento de la válvula de control de inyección 52 y la válvula 60 de control del émbolo en temporizaciones determinadas son controlados respectivamente, y se lleva a cabo la inyección de combustible con el modelo predeterminado.

5 Como consecuencia, de acuerdo con el procedimiento de inyección de combustible de la presente invención, dado que en el modelo de inyección de combustible mostrado en la figura 1, cuando se lleva a cabo una inyección múltiple en la que se llevan a cabo inyección piloto, inyección principal e inyección posterior, se pueden controlar libremente la presión de inyección piloto (P_1) la presión de inyección principal (P_2), la presión máxima de inyección (P_3), la presión de inyección posterior (P_a), la proporción de elevación de la presión después de terminar un periodo de inyección (θ_1), la proporción de elevación de la presión inmediatamente antes de alcanzar la presión de inyección máxima (θ_2) y la proporción de disminución de la presión al terminar la inyección (θ_3) (se pueden determinar o seleccionar y llevar a cabo).

De este modo, el procedimiento de inyección de combustible de la presente invención, puede mostrar los siguientes efectos:

① De modo general, tal como se ha mostrado en la figura 11A, una combustión diesel requiere un cierto tiempo (periodo de retraso de la ignición) desde el inicio de la inyección de combustible hasta la ignición. Cuando el modelo de inyección del combustible es una inyección rectangular formada por un sistema de inyección con acumulador (sistema de inyección por conducto común) una gran cantidad de combustible es inyectada durante el periodo de retraso de la ignición y esta gran cantidad de combustible que ha sido inyectada durante el retardo de la ignición se quema de una vez provocando, por lo tanto, el incremento de NO_x y de los ruidos.

Mientras tanto, tal como se ha mostrado en la figura 11B, cuando se forma un modelo de inyección de combustible cuya proporción de inyección principal ha sido suprimida controlando la proporción de inyección inicial por el procedimiento de inyección de combustible, se obtiene una excelente combustión en la que se tiene un contenido bajo de NO_x y un nivel bajo de ruidos.

② El periodo de inyección de combustible y la cantidad de inyección de combustible están limitados por la presión interna máxima en el cilindro a efectos de asegurar la resistencia del motor en situación de plena carga. En ese caso, en el que el modelo de inyección de combustible es una proporción de inyección rectangular por un sistema de inyección con acumulador (tema de inyección con conducto común), tal como se ha mostrado en la figura 12A, la cantidad de combustible inicial es grande, de manera que no se puede preceder el tiempo de inyección.

Por otra parte, tal como se ha mostrado en la figura 12B, se forma un modelo de inyección de combustible cuya proporción de inyección inicial ha sido suprimida al controlar la proporción de inyección inicial por el procedimiento de inyección de combustible, el tiempo de la inyección puede ser precedido y se puede inyectar una gran cantidad de combustible pudiéndose conseguir un elevador par. Además, en este momento se puede reducir NO_x y los ruidos.

③ Cuando se lleva a cabo inyección múltiple mediante un sistema ordinario de inyección con acumulador (sistema de inyección con conducto común), se pueden llevar a cabo a la misma presión respectivas inyecciones (tales como inyección piloto, inyección principal, inyección posterior e inyección posterior y similares). No obstante, en realidad, se puede facilitar la presión óptima para las respectivas inyecciones. En la inyección de combustible mediante el procedimiento de inyección de combustible de la presente invención, cuando se lleva a cabo inyección de etapas múltiples, se pueden hacer óptimas inyecciones correspondientes y las características de escape pueden mejorar y se pueden reducir los ruidos.

Por ejemplo, cuando la presión durante la inyección piloto es demasiado elevada, se provocan problemas, tales como el incremento de los HC no quemados debido al depósito de combustible sobre la superficie de las paredes y la dilución del combustible. Además, dado que es desfavorable la posibilidad de control en el momento en el que se inyecta una ligera cantidad de combustible, se presenta el problema de que la combustión piloto es grande y no se puede conseguir un efecto suficiente en cuanto a la reducción de ruidos. Inversamente, cuando la presión durante la inyección piloto es demasiado baja, se provoca el problema por el hecho de que disminuye el efecto de reducción de ruidos debido al deterioro de la atomización y la generación de humos.

C. Procedimiento de "control de la proporción de desplazamiento del émbolo por un multiplicador"

1. Control de la proporción de elevación de la presión de inyección al inicio de la multiplicación de la presión y proporción de disminución de la presión de inyección al terminar la presión de inyección.

En el inyector de combustible 30 que se ha descrito anteriormente, el combustible puede ser inyectado a una presión arbitraria desde un valor bajo a un valor alto, se puede disponer una presión de inyección óptima respectivamente en una inyección piloto, inyección principal y con inyección posterior. Además, se puede inyectar combustible o combinar libremente la inyección a presión de conducto común e inyección debido al funcionamiento del multiplicador de presión 54. Y el combustible puede ser inyectado junto con mediante un modelo de inyección arbitrario. No obstante, se puede controlar la proporción de flujo de combustible hacia dentro del cilindro 56 por la válvula 60 de control del émbolo cambiando el área del canal de combustible (área de apertura sustancial de un canal), de manera que se puede determinar la proporción de inyección del combustible inyectado desde la tobera de inyección del combustible 34 (se puede cambiar).

En este caso, para llevar a cabo la inyección de combustible con un modelo de inyección que tiene una proporción de inyección arbitraria, se preajusta el modelo de inyección de combustible en base a la proporción de inyección de combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible 34 (por ejemplo, proporción de inyección óptima de combustible de inyección piloto o de inyección principal, de acuerdo con la velocidad del motor o de la carga del mismo). Entonces, se determina el área del canal de combustible hacia dentro del cilindro 56 debido a la válvula 60 de control del émbolo, a efectos de disponer de la proporción de inyección de combustible predeterminada (modelo) cuando la válvula de aguja 48 es abierta para llevar a cabo una inyección de combustible. Después de ello, la inyección de combustible es llevada a cabo a la proporción de inyección ajustada al controlador de funcionamiento de la válvula 60 de control del émbolo en base al área de canal de combustible determinada de esta forma (movimiento y tiempo de movimiento son regulados).

Por este procedimiento de inyección de combustible, cuando se cambia el área del canal de combustible hacia dentro del cilindro 56 por el émbolo 60, se cambia el caudal de combustible hacia dentro cilindro 56 y la proporción de desplazamiento (proporción de desplazamiento) del émbolo 58. De acuerdo con ello, resulta posible ajustar de manera arbitraria la proporción de multiplicación de presión del combustible alimentado a la tobera de inyección de combustible 34, es decir, la proporción de inyección de combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible 34.

Por ejemplo, en el caso en el que se multiplica con rapidez el combustible en el lado de salida del multiplicador 54, se incrementa la magnitud del levantamiento de la válvula 60 de control del émbolo y también se incrementa el área del canal de combustible. De este modo, se incrementa con rapidez la presión dentro del cilindro 56, el desplazamiento del émbolo 58 resulta más rápido, y se puede obtener una elevación de la presión rápida. Por otra parte, en el caso en el que se multiplica la presión del combustible en el lado de salida del multiplicador 54 de manera lenta, se reduce la magnitud del levantamiento de la válvula 60 de control del émbolo y se hace más pequeña el área del canal de combustible. Como consecuencia, la presión en el interior del cilindro 56 aumenta lentamente, la proporción de desplazamiento del émbolo 58 resulta más lenta y se puede obtener una elevación de la presión más lenta.

En otras palabras, la inclinación de la presión de inyección (de manera específica, con respecto a una proporción de elevación de la presión directamente antes de alcanzar la presión de inyección máxima (02), y una presión de descenso en la terminación de la inyección principal (03) del modelo de inyección de combustible mostrado en la figura 1), depende del equilibrio entre la cantidad de combustible alimentada desde el émbolo 58 y la cantidad de combustible inyectada desde la tobera de inyección de combustible 34 con respecto a si la presión de inyección aumenta, se mantiene constante o disminuye. Si la cantidad de combustible alimentado desde el émbolo 58 es mayor que la cantidad de combustible alimentada desde la tobera 34, la presión de inyección aumenta. Si la cantidad de combustible alimentada desde el émbolo 58 y la cantidad de combustible inyectada desde la tobera 34 son iguales, la presión de inyección se mantiene constante. Por otra parte, si la cantidad de combustible alimentado desde el émbolo 58 es menor que la cantidad de combustible inyectado desde la tobera 34, la presión de inyección disminuye.

De esta manera, durante el control del área de apertura que se lleva a cabo por la válvula 60 de control del émbolo que cambia el área del canal de combustible (área de apertura sustancial de un canal) hacia el cilindro 56, la proporción de elevación y la proporción de disminución de la presión de inyección se cambian de manera directa. La presión de inyección máxima cambia de acuerdo con la proporción de elevación de la presión de inyección.

Igual que en el modelo de inyección de combustible mostrado en la figura 1, en el caso en que se lleve a cabo una inyección múltiple para llevar a cabo inyección piloto, inyección principal e inyección posterior, se pueden controlar libremente la proporción de elevación de la presión después de terminar un periodo de inyección (01), la proporción de elevación de la presión directamente antes de alcanzar la presión de inyección máxima (02), la proporción de disminución de la presión al terminar la inyección principal (03), y otros (determinadas o cambiadas y realizadas).

Las figuras 13A a 13C, 14A a 14D y 15A a 15D, muestran, respectivamente, un diagrama esquemático de un procedimiento de ajuste de la proporción de inyección o la válvula 60 de control del émbolo cambiando el área del canal de combustible hacia el cilindro 56 en el caso en el que se lleva a cabo inyección múltiple con el modelo de inyección de combustible mostrado en la figura 1. En este caso, las figuras 13A a 13D muestran el modelo de cambio de la proporción de elevación de la presión después de terminar una inyección (01). Las figuras 13A-13D muestran un modelo para cambiar la proporción de elevación de la presión después de terminar un periodo de inyección (01). Las figuras 14A a 14D muestran un modelo para el cambio de la proporción de elevación de la presión directamente antes de alcanzar la presión máxima de inyección (02), y las figuras 15A-15D muestran un modelo de cambio de la proporción de disminución de la presión en la terminación de la inyección principal (03).

De esta manera, de acuerdo con el procedimiento de inyección de combustible de la presente invención, se controla el caudal del combustible (cantidad móvil y tiempo de movimiento de la válvula 60 de control del émbolo son objeto de regulación) por la válvula 60 de control del émbolo, que cambia el área del canal de combustible hacia dentro del cilindro 56 (área de apertura sustancial de un canal). De acuerdo con ello, se puede ajustar arbitrariamente la

proporción de inyección del combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible 34 (cambiado) (se puede incrementar el grado de libertad del modelo de inyección de combustible en base a la proporción de inyección de combustible).

5 Más particularmente, este procedimiento de inyección del combustible está estructurado de manera tal que se cambia el área del canal de combustible hacia dentro del cilindro 56 por la válvula 60 de control del émbolo y se cambia el caudal del combustible introducido en el cilindro 56 y la proporción de movimiento (proporción de desplazamiento). De acuerdo con ello, incluso en el caso de que la presión de inyección máxima sea reducida, se puede ajustar a un valor alto a proporción de elevación de la presión de inyección.

10 Además, se ha realizado en la explicación anterior la descripción de la "inyección principal". No obstante, de la misma manera que en la "inyección principal" con respecto a una "inyección posterior", una proporción de elevación y una proporción de disminución de la presión de inyección y la presión se pueden controlar por la válvula 60 de control del émbolo cambiando y controlando el área del canal de combustible hacia dentro del cilindro 56.

15 Además, en este caso, habitualmente la cantidad de inyección posterior es mucho más reducida que la de la inyección principal. Por ejemplo, la cantidad de una inyección es de 1 a 2 mm³. En este caso, dado que el levantamiento de la válvula de aguja 48 de la tobera de inyección de combustible 34 tiene lugar en un periodo de estrangulación del asiento, es difícil determinar claramente si cambian la proporción de elevación y la proporción de disminución de la presión de inyección. No obstante, cuando la cantidad de inyección es extremadamente pequeña debido al control del área de apertura, se puede controlar la presión después de la inyección. Esto significa de forma absoluta que se controla la proporción de elevación o proporción de disminución de la presión de inyección. Además, en el caso en el que la cantidad de inyección posterior es igual o superior a 5% de la cantidad de inyección principal, este caso es designado de manera general "inyección dividida". En el caso de la inyección dividida, de la misma manera que en la inyección principal, la proporción de elevación y la proporción de disminución de la presión de inyección así como una presión de inyección máxima se pueden controlar debido al control del área de apertura.

D. Ejemplos de modelos de inyección de combustible

30 (Ejemplo 1)

La figura 16 muestra un diagrama esquemático de un procedimiento de ajuste de la cantidad de inyección y de la presión de inyección controlando respectivamente el tiempo de apertura de la válvula de aguja 48 (tiempo operativo de la válvula de control de inyección 52) y el tiempo operativo del multiplicador 54 (tiempo operativo de la válvula 60 de control del émbolo) (por control de la diferencia de fase operativa entre válvulas).

35 En este caso, la figura 16 muestra diagramas de modelos de cambios en la "presión de inyección y cantidad de inyección" correspondientes al caso en el que la válvula 52 de control de inyección es accionada durante respectivos periodos de "desde A0 a B", "desde A1 a B", "desde A2 a B" y "desde A3 a B" en el caso en el que la válvula 60 de control del émbolo es accionada durante un periodo desde "A1 a B". Además, en los ejemplos mostrados en la figura 16, se muestra el caso en el que la presión de inyección es aumentada al hacer funcionar el multiplicador 54 hasta que se ha terminado la inyección.

45 De esta manera, en el procedimiento de inyección de combustible de acuerdo con la presente invención, si bien la presión de inyección se puede incrementar progresivamente debido al funcionamiento del multiplicador, dado que el tiempo de inyección se puede seleccionar debido al tiempo de apertura de la válvula de aguja 48, se hace posible el modelo de inyección de combustible en base a la presión de inyección y a la cantidad de inyección de combustible.

50 De acuerdo con ello, el combustible puede ser inyectado a una presión de inyección que es mucho más elevada que en un inyector convencional y la presión máxima de inyección no está determinada solamente por la presión de combustible debido a la proporción de presión aumentada geoméricamente del acumulador 32 y es capaz de conseguir excelente combustión y características de gases de escape y la inyección de combustible puede ser llevada a cabo con un modelo arbitrario de inyección de combustible (se aumenta el grado de libertad del modelo de inyección de combustible en base a la presión de inyección de combustible y a la cantidad de inyección de combustible).

(Ejemplo 2)

60 La figura 17 muestra un esquema de un procedimiento de ajuste de la cantidad de inyección y presión de inyección al controlar respectivamente el tiempo de apertura de la válvula de aguja 48 (temporización operativa de la válvula de control de inyección 52) y tiempo operativo del multiplicador de presión 54 (temporización operativa de la válvula 60 de control del émbolo) (por control de la diferencia de fase operativa entre válvulas).

65 En este caso, la figura 17 muestra diagramas de modelos de cambios en la "presión de inyección y cantidad de inyección" ejercidos cuando la válvula de control de inyección 52 funciona durante respectivos periodos "desde A0 a B", "desde A1 a B", "desde A2 a B", "desde A3 a B" y "desde A4 a B" en el caso en el que la válvula 60 de control del

émbolo es accionada durante los respectivos periodos de “desde A1 a A3” y “desde A1 a A4”. Además, la figura 17 muestra ejemplos de un caso en el que la amplificación de la presión de inyección utilizando el amplificador 54 está suspendida durante la inyección de combustible.

5 De esta manera, en el procedimiento de inyección de combustible, de acuerdo con la presente invención, si bien la presión de inyección se puede aumentar progresivamente debido al funcionamiento del multiplicador 54, dado que se puede seleccionar el tiempo de la inyección debido al tiempo de apertura de la válvula de aguja 48, se posibilita un modelo de inyección de combustible en base a la presión de inyección y a la cantidad de inyección de combustible.

10 De acuerdo con ello, se puede inyectar el combustible a una presión de inyección que es mucho más elevada que en un inyector convencional y la presión de inyección máxima no está determinada solamente por la presión de combustible debido a la proporción de presión incrementada geoméricamente del acumulador 32 y es capaz de conseguir excelentes características de combustión y de escape y la inyección de combustible puede ser llevada a cabo con un modelo de inyección arbitrario (grado incrementado de libertad de modelo de inyección de combustible en base a la presión de inyección de combustible y a la cantidad de inyección de combustible).

(Ejemplo 3)

20 Las figuras 18A y 18B, y las figuras 19A y 19B muestran, respectivamente, un esquema de un procedimiento de ajuste de la cantidad de inyección y la presión de inyección a la presión de conducto común por el acumulador 32 sin accionamiento del multiplicador de presión 54.

25 Tal como se puede apreciar en las figuras 18A y 18B, y en las figuras 19A y 19B, la cantidad de inyección y la presión de inyección se pueden ajustar arbitrariamente al controlar el ajuste de la presión del conducto común debido al acumulador 32 y al tiempo de apertura de la válvula de aguja 48 (temporización operativa de la válvula de control de inyección 52).

(Ejemplo 4)

30 Las figuras 20A y 20B, las figuras 21A y 21B, las figuras 22A y 22B y las figuras 23A y 23B muestran, respectivamente, diagramas esquemáticos de un procedimiento de ajuste de la cantidad de inyección y de la presión de inyección para una inyección posterior al controlar individualmente el tiempo de apertura de la válvula de aguja 48 (tiempo operativo de la válvula 52 de control de inyección) y el tiempo operativo del multiplicador de presión 54 (temporización operativa de la válvula 60 de control del émbolo) (por el control de la diferencia de fase operativa entre válvulas).

35 En este caso, las figuras 20A y 20B muestran un ejemplo de una inyección principal y una presión elevada después de la inyección, las figuras 21A y 21B muestran un ejemplo de una inyección principal y de baja presión después de la inyección, las figuras 22A y 22B muestran un ejemplo de una inyección principal y presión media después de la inyección, y las figuras 23A y 23B muestran un ejemplo de inyección principal y una inyección posterior.

40 Tal como se puede apreciar de las respectivas figuras, se puede ajustar arbitrariamente la presión de inyección en el caso de inyección posterior al controlar individualmente el tiempo de apertura de la válvula de aguja 48 (temporización operativa de la válvula de control de inyección 52) y la temporización operativa del multiplicador de presión 54 (temporización operativa de la válvula 60 de control del émbolo) (por control de la diferencia de fase operativa entre válvulas).

45 En cada una de las figuras, se ha mostrado un ejemplo en el que la inyección principal se ha conformado con una estructura. No obstante, la presente invención no está limitada a ello y estos modelos se pueden ajustar con respecto a una inyección posterior.

(Ejemplo 5)

50 En los ejemplos anteriormente descritos 1 a 4, la presente invención ha sido explicada aplicando cada uno de los procedimientos de inyección de combustible al inyector de combustible 30 del ejemplo estructural 1. No obstante, la presente invención no está limitada a ello, e incluso con el inyector de acuerdo con el ejemplo estructural 2 antes mencionado, es decir, incluso en el caso en que el inyector de combustible está estructurado para llevar a cabo la impulsión del multiplicador 54 utilizando una leva de levantamiento, se pueden ajustar diferentes modelos de inyección de combustible, de manera que se pueden conseguir funcionamientos y efectos de la misma manera que en los ejemplos 1 a 4.

(Ejemplo 6)

65 Tal como se ha descrito anteriormente, la elevación de la presión después de la terminación del periodo de inyección ($\theta 1$), la proporción de elevación de la presión directamente antes de alcanzar la presión máxima de inyección ($\theta 2$) y

la proporción de disminución de presión al terminar la inyección principal (03) se pueden cambiar por la válvula 60 de control del émbolo al cambiar el área de canal de combustible del cilindro 56. No obstante, la presente invención no está limitada a ello y en vez de ello, la presión máxima de inyección (P_2) o la presión máxima de inyección (P_3) se pueden cambiar o bien se puede cambiar el modelo de inyección en sí mismo y se puede utilizar un modelo de inyección de dos etapas.

Por ejemplo, las figuras 24A a 24C muestran esquemáticamente un diagrama de un modelo de inyección cuando se cambia la presión de inyección en un modelo de inyección. Además, las figuras 25A a 25C muestran respectivamente un diagrama esquemático de un modelo de inyección cuando se lleva a cabo una inyección de dos etapas.

Por lo tanto, en el procedimiento de inyección de combustible según la presente realización, se puede ajustar de manera arbitraria la proporción de inyección de combustible que se inyecta desde la tobera de inyección 34 (cambiado) al controlar la proporción de flujo de combustible hacia el cilindro 56 por la válvula 60 de control del émbolo cambiando el área del canal de combustible hacia el cilindro 56 (se puede aumentar el grado de libertad del modelo de inyección de combustible en base a la proporción de inyección de combustible).

(Ejemplo 7)

En el ejemplo 6 que se ha descrito anteriormente, con respecto a la válvula 60 de control del émbolo, la presente invención está estructurada de manera tal que la proporción de inyección del combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible 34 se puede ajustar arbitrariamente (cambiada) al controlar el caudal de combustible dentro del cilindro 56 por la válvula 60 de control del émbolo cambiando el área del canal de combustible (área de apertura sustancial del canal) hacia el cilindro 56. No obstante, la presente invención no está limitada a ello y puede ser estructurada de manera que el área del canal de combustible (área de apertura aparente del canal) hacia el cilindro 56 se puede cambiar al abrir/cerrar periódicamente la válvula de control del émbolo 60 durante un corto periodo de tiempo.

En otras palabras, tal como se ha mostrado en la figura 26, la apertura/cierre de la válvula 60 de control del émbolo periódicamente durante un corto periodo de tiempo corresponde al caso en que la propia área de apertura de un canal es cambiada por la válvula de control 60 del émbolo. Como consecuencia, la válvula 60 de control del émbolo es abierta/cerrada periódicamente durante un corto periodo de tiempo, se cambia el área de apertura aparente del canal y se puede controlar el caudal del combustible.

(Ejemplo 8)

En los ejemplos 6 y 7 antes mencionado s, con respecto a la válvula 60 de control del émbolo, la presente invención está estructurada de manera que la proporción de inyección de combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible 34 se puede ajustar arbitrariamente (cambiar) al controlar el caudal de combustible "hacia dentro" del cilindro 56 por la válvula 60 de control del émbolo cambiando el área del canal de combustible (área de apertura sustancial del canal) hacia el cilindro 56. No obstante, la presente invención no está limitada a ello y puede ser estructurada de manera que se puedan controlar el "caudal" de combustible de "salida" del cilindro 56 por la válvula 60 de control del émbolo cambiando el área del canal de combustible, de manera que se puede ajustar (cambiar) arbitrariamente la proporción de inyección del combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible 34.

También en este caso, se pueden ajustar varios modelos de inyección de combustible y se pueden conseguir funcionamientos y efectos de la misma manera que en los ejemplos anteriormente descritos 6 y 7.

Aplicabilidad Industrial

Tal como se ha descrito anteriormente, el procedimiento de inyección de combustible en el inyector de combustible de acuerdo con la presente invención, puede ser utilizado para un inyector de combustible de un motor de combustión interna, tal como un motor diesel que está incorporado en un vehículo y accionado por la inyección de combustible mediante una bomba hacia dentro del cilindro.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de inyección de combustible en un sistema de inyección de combustible, cuyo sistema de inyección de combustible comprende:

una tobera (34) de inyección de combustible que comprende un recipiente de combustible (62) y una válvula de aguja (48);

un acumulador (32) que acumula combustible a una presión predeterminada;

un conducto de combustible (36) a través del cual están conectados el recipiente de combustible (62) y el acumulador (32);

una válvula (40) de corte de la presión dispuesta a lo largo del conducto de combustible (36) para el corte de la presión de combustible desde la tobera de inyección de combustible (34) al acumulador (32);

una cámara de combustible (42) para el control de la inyección que está conectada a la conducción de combustible (36) en el lado de salida de la válvula (40) de corte de la presión;

una válvula de control de la inyección (52) que lleva a cabo inyección de combustible al cerrar la válvula de aguja (48) debido a la acción de la presión de combustible sobre la cámara de combustible (42) para el control de la inyección y al abrir la válvula de aguja (48) debido a la retirada del combustible de la cámara (42) de combustible para el control de la inyección;

un multiplicador de presión (54) que está conectado a la tobera de inyección de combustible (34) y a la cámara de control de combustible para la eliminación (42) en el lado de salida de la válvula (40) de corte de la presión; y

medios de control (60) del multiplicador de presión que incrementa la presión del combustible en el lado de salida de la válvula (40) de corte de presión al accionar el multiplicador (54), dicho procedimiento de inyección de combustible se caracteriza por comprender las siguientes etapas de:

inyectar combustible al controlar individualmente cada uno de: válvula de control de inyección (52) y medios de control (60) del multiplicador de presión y regular la diferencia de fase operativa entre aquéllos a efectos de cambiar arbitrariamente, como mínimo, una de: presión máxima de inyección, proporción de elevación de la presión de inyección después del inicio del incremento de presión, proporción de reducción de la presión de inyección directamente antes de terminar la inyección, presión de inyección piloto y presión de inyección posterior de combustible inyectado desde la tobera de inyección de combustible (34),

suspender el funcionamiento de los medios (60) de control del multiplicador de presión, y llevar a cabo una inyección posterior de combustible a una presión intermedia entre una presión predeterminada del acumulador (32) y una presión estática máxima que es determinada estáticamente debido al funcionamiento del acumulador y del multiplicador, después de suspender el funcionamiento del multiplicador, de manera que se ajusta la presión intermedia al regular el periodo de suspensión del multiplicador de presión (54).

2. Procedimiento de inyección de combustible, según la reivindicación 1, en el que cuando la cantidad en la que se inyecta el combustible por una tobera de inyección de combustible (34) es máxima, el periodo durante el cual aumenta la presión del combustible inyectado se ajusta de manera que corresponda a 1/3 o más de la totalidad del periodo de la inyección.

3. Procedimiento de inyección de combustible, según la reivindicación 1, en el que la velocidad de apertura y la velocidad de cierre de la válvula de aguja (48) se ajusta de manera tal que cuanto mayor son las presiones de combustible tanto en el recipiente de combustible (62) como en la cámara de control de inyección de combustible (42), mayores son la velocidad de apertura y la velocidad de cierre de la válvula de aguja (48).

4. Procedimiento de inyección de combustible, según la reivindicación 1, en el que cuando se lleva a cabo una inyección múltiple en la que se lleva a cabo una inyección de combustible desde la tobera de inyección de combustible (34), una serie de veces por 1 ciclo de un motor, el multiplicador de presión (54) funciona, como mínimo, dos o más veces por el dispositivo de control (60) del multiplicador.

5. Procedimiento de inyección de combustible, según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de control (60) del multiplicador de presión comprende una válvula (60) de control del émbolo, y la velocidad de desplazamiento del émbolo multiplicador (58), del multiplicador (54) es controlada por la válvula (60) de control del émbolo cambiando el área del conducto de combustible (64) hacia dentro del cilindro (56) del multiplicador de dicho multiplicador de presión (54).

6. Procedimiento de inyección de combustible, según la reivindicación 5, en el que el área del conducto de combustible (64) hacia dentro del cilindro se cambia por la válvula (60) de control del émbolo durante un periodo en el que la válvula de aguja (48) está abierta.

7. Procedimiento de inyección de combustible, según la reivindicación 5, en el que se lleva a cabo una inyección múltiple en la que se lleva a cabo inyección de combustible desde una tobera de inyección de combustible (34) una serie de veces por 1 ciclo del motor, siendo ajustada el área máxima del conducto de combustible (64) hacia dentro del cilindro (56) debido a que la válvula 60 de control de émbolo, es ajustada individualmente para cada inyección.

FIG.1

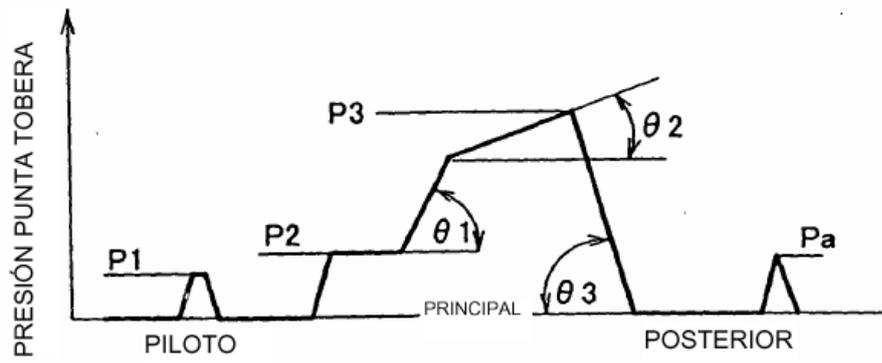


FIG.2

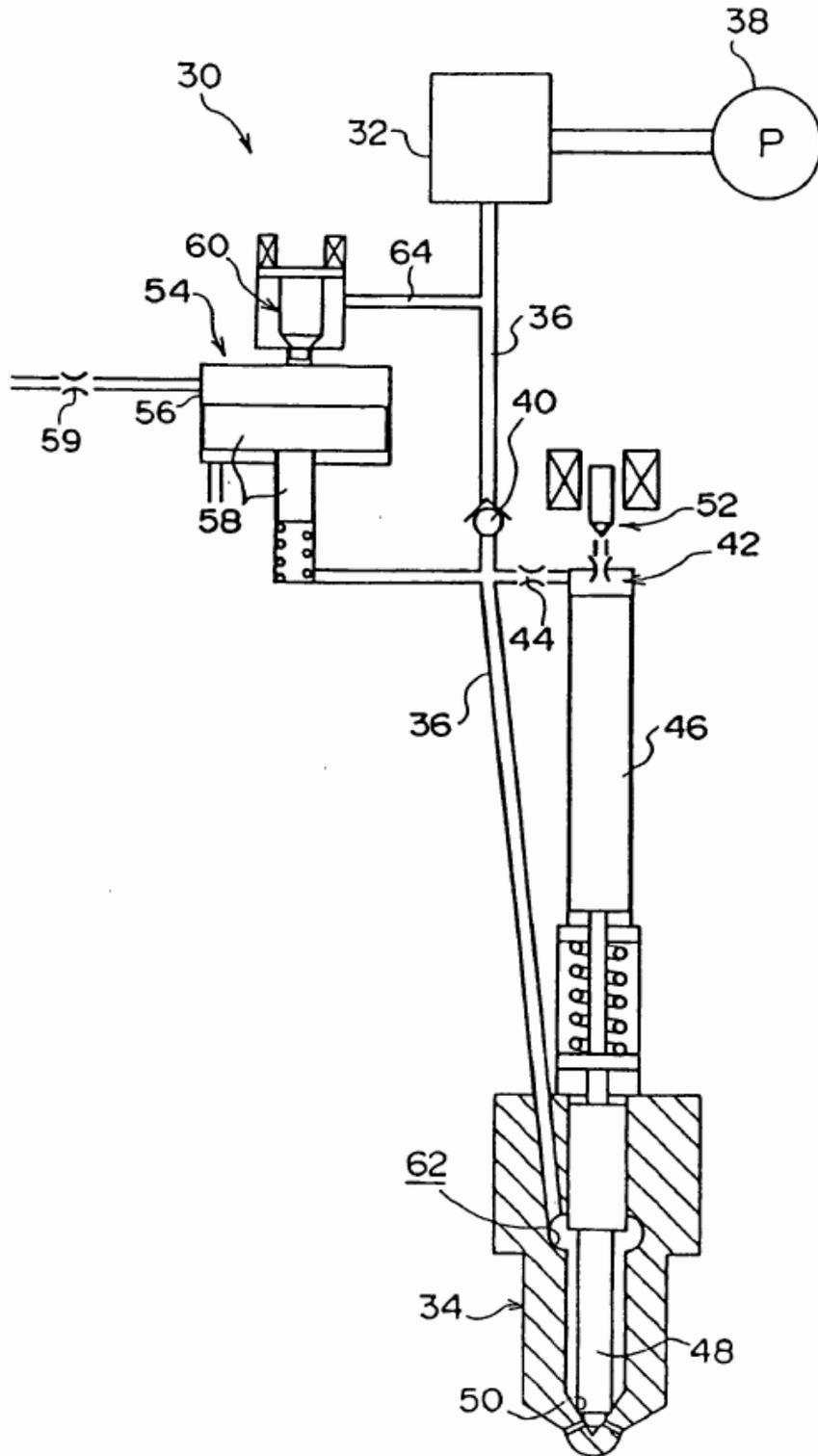
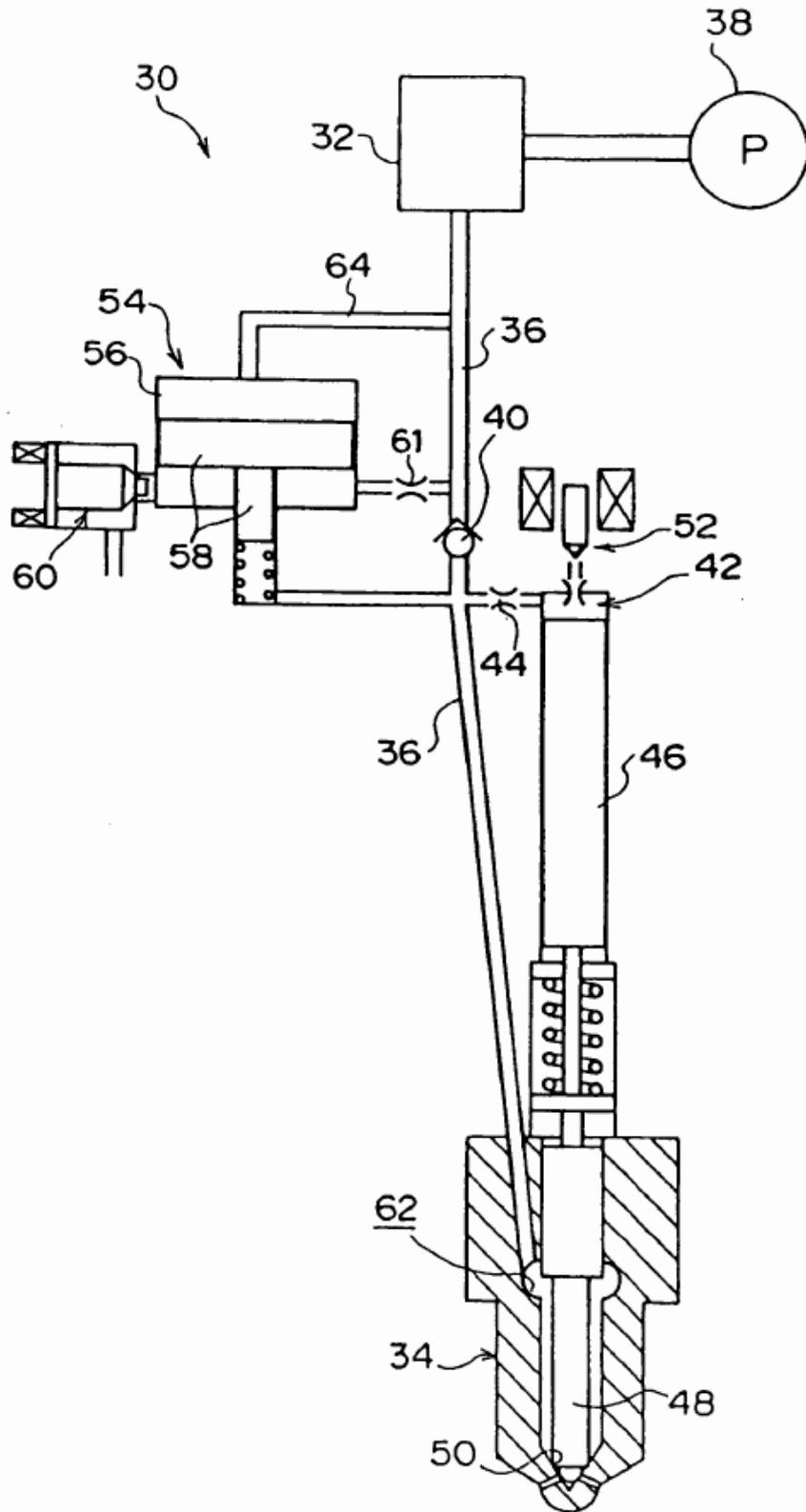
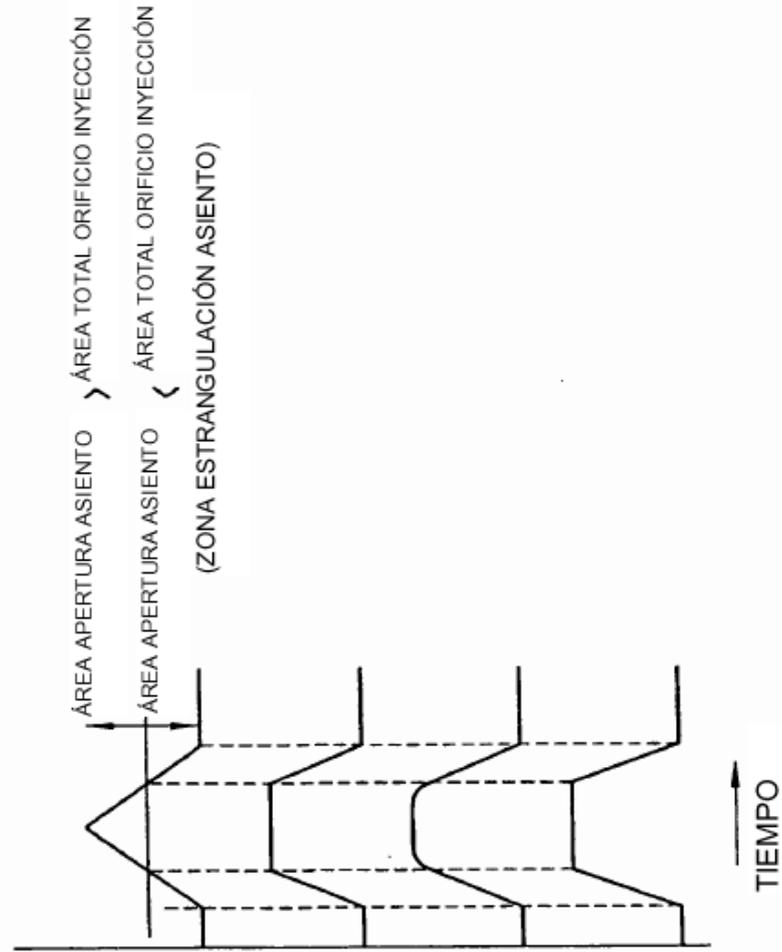


FIG.3





MAGNITUD LEVANTAMIENTO AGUJA

FIG. 4A

ÁREA APERTURA GEOMÉTRICA TOBERA

FIG. 4B

PRESIÓN REAL DE INYECCIÓN (PROPORCIÓN INYECCIÓN)

FIG. 4C

PRESIÓN DE INYECCIÓN SIMPLIFICADA PARA EXPLICACIÓN (PROPORCIÓN INYECCIÓN)

FIG. 4D

FIG.5

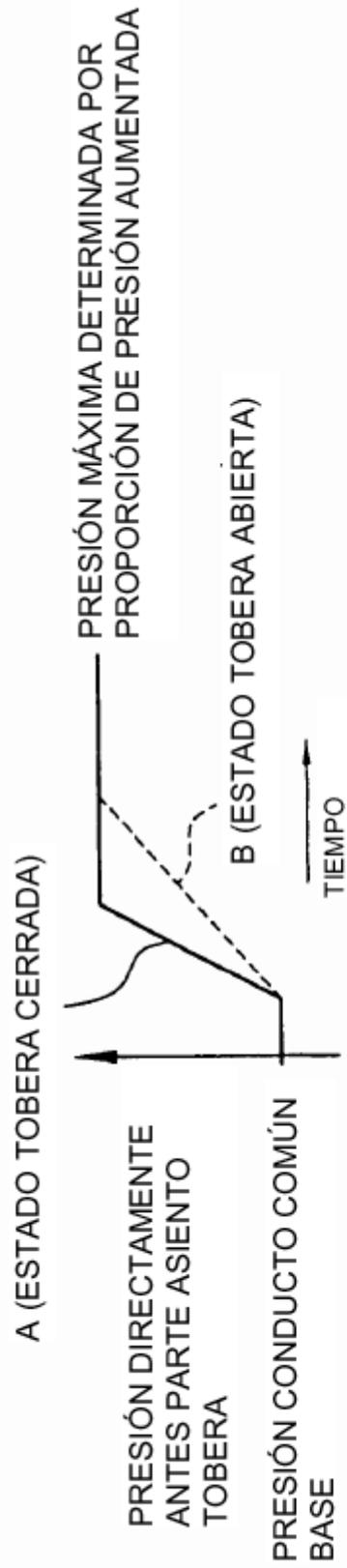
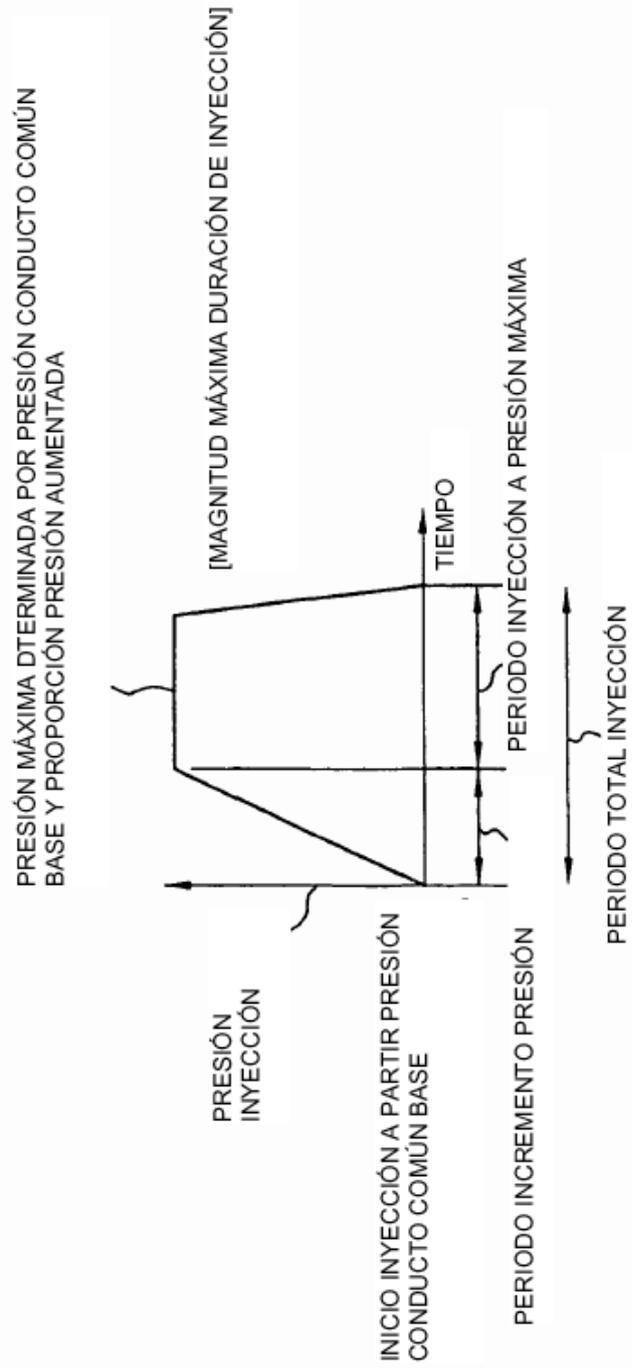


FIG.6



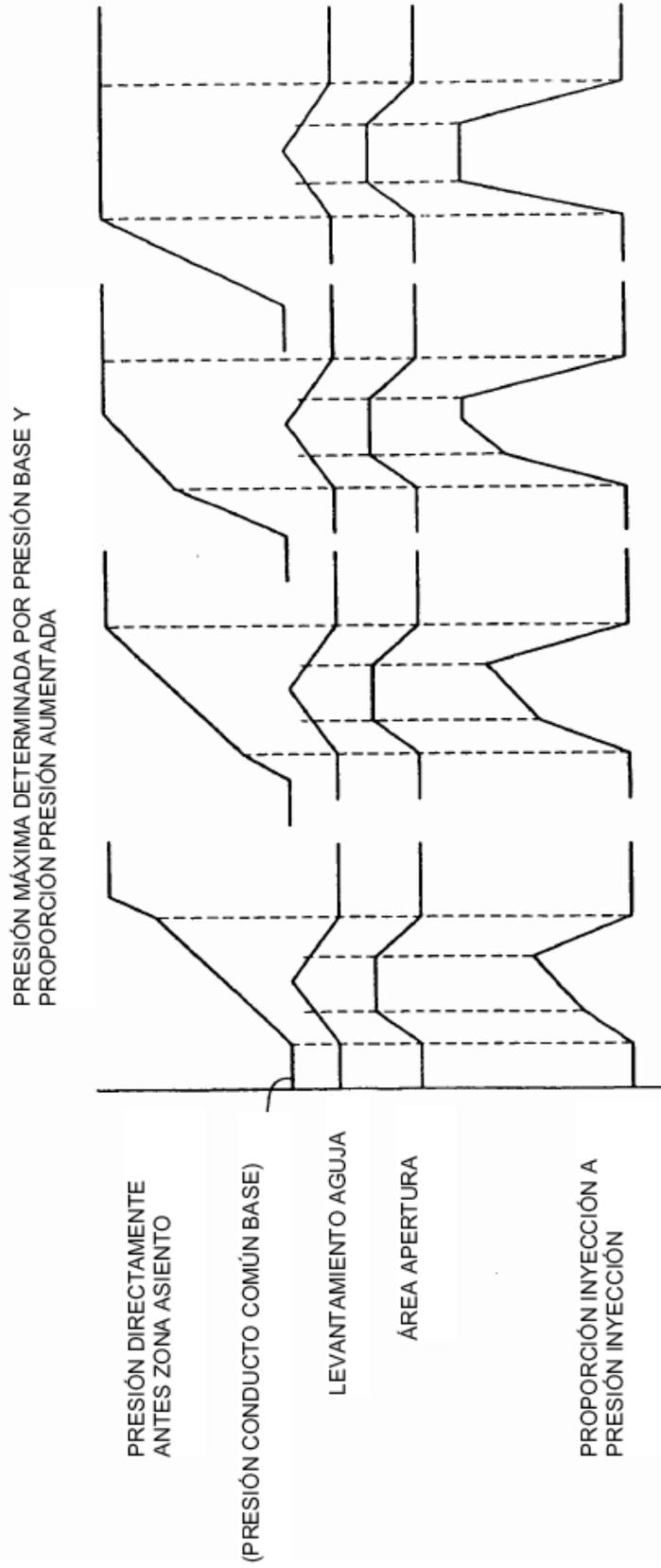
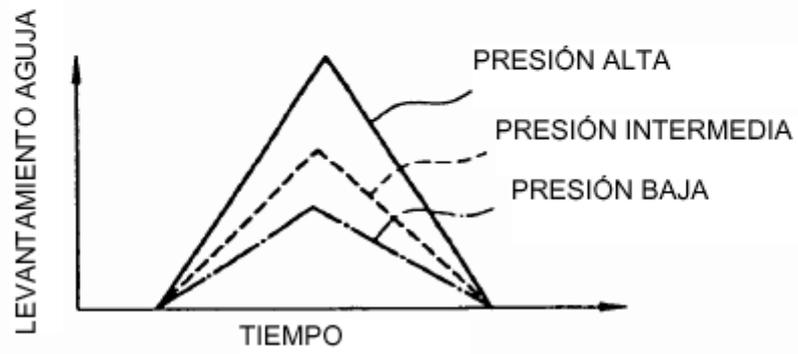
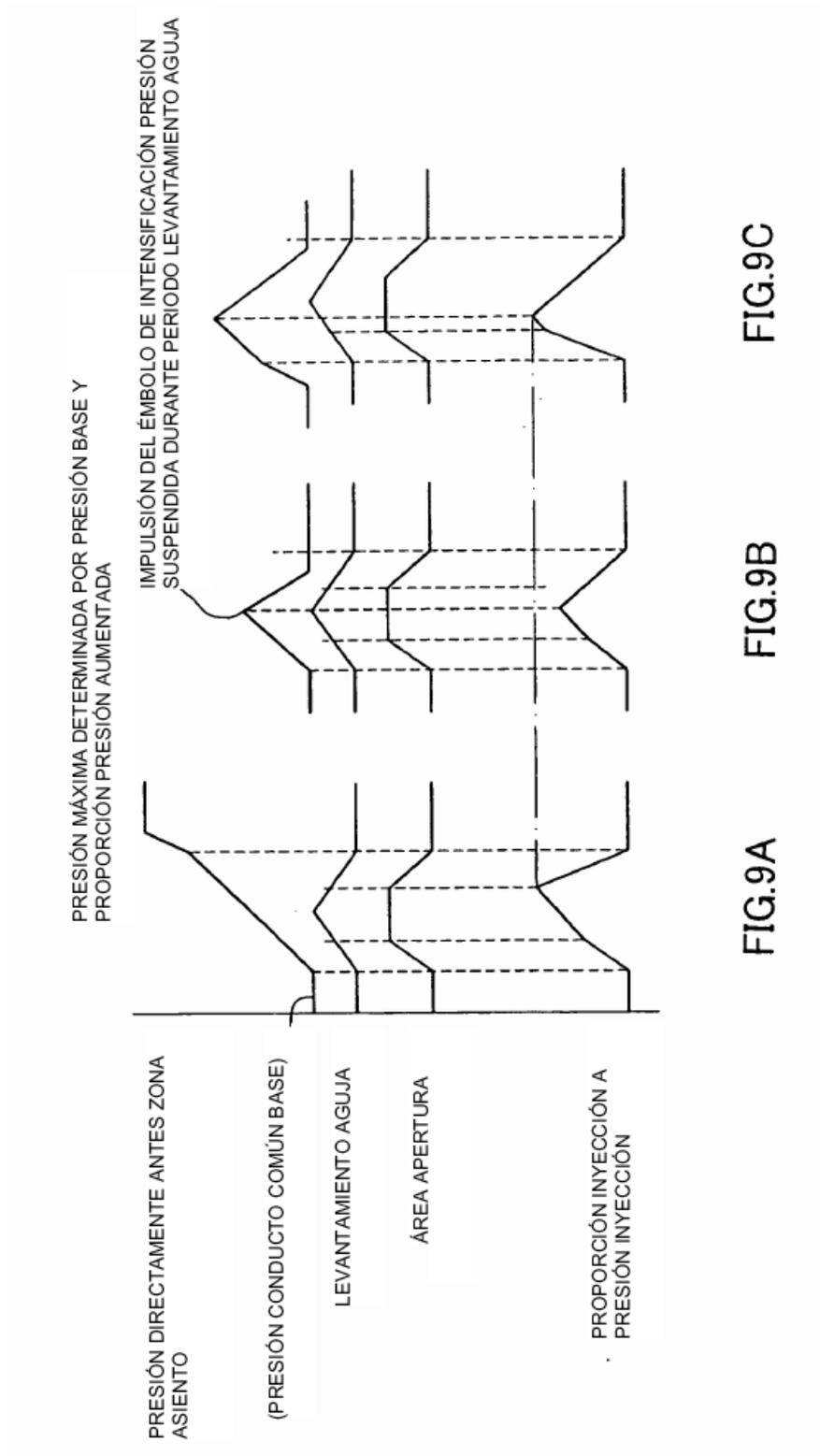


FIG.7A FIG.7B FIG.7C FIG.7D

FIG.8





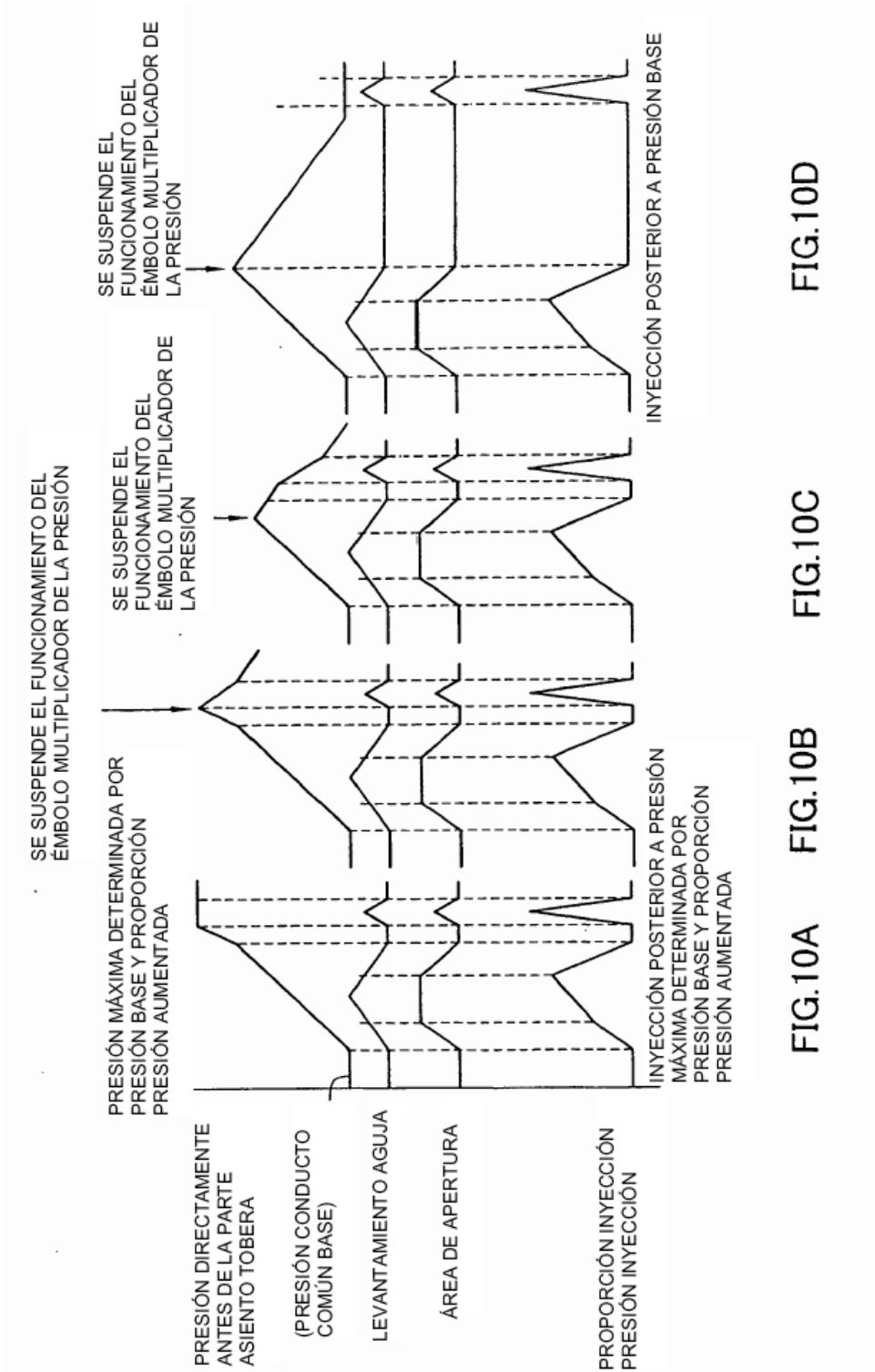


FIG.11A

CASO DE PROPORCIÓN INYECCIÓN RECTANGULAR

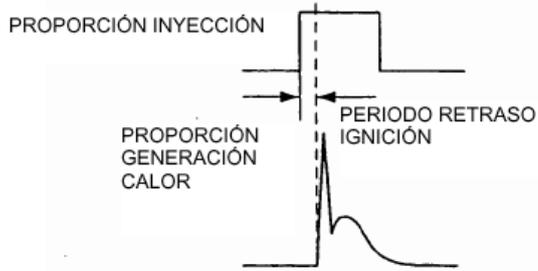


FIG.11B

CASO DE SUPRESIÓN PROPORCIÓN INYECCIÓN INICIAL

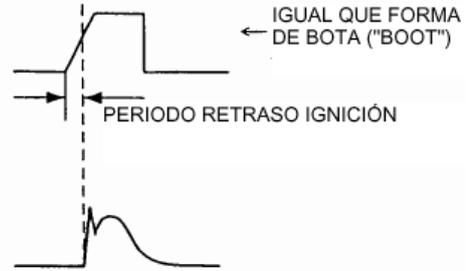


FIG.12A

CASO DE PROPORCIÓN INYECCIÓN RECTANGULAR

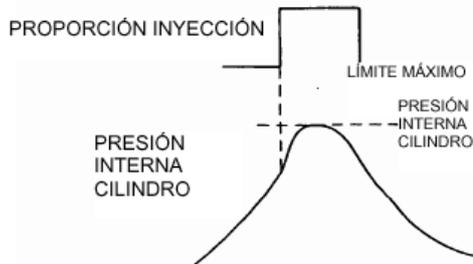


FIG.12B

CASO DE SUPRESIÓN PROPORCIÓN INYECCIÓN INICIAL

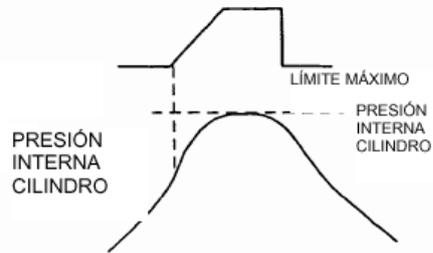


FIG.13A

PERIODO LEVANTAMIENTO AGUJA
(CONTROLADO POR VÁLVULA
CONTROL INYECCIÓN)

ÁREA DE APERTURA DE LA
VÁLVULA DE CONTROL DEL
ÉMBOLO DE MULTIPLICACIÓN
PRESIÓN

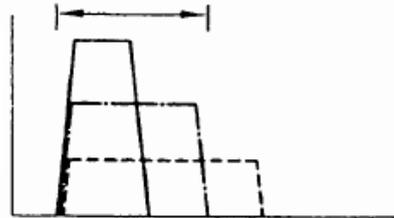


FIG.13B

POSICIÓN ÉMBOLO
MULTIPLICACIÓN PRESIÓN

(POSICIÓN REFERENCIA)



FIG.13C

PRESIÓN DIRECTAMENTE
ANTES PARTE ASIENTO
TOBERA

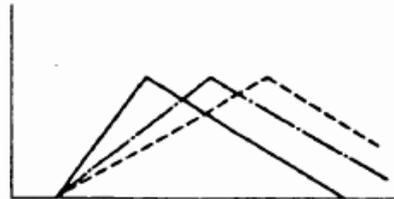
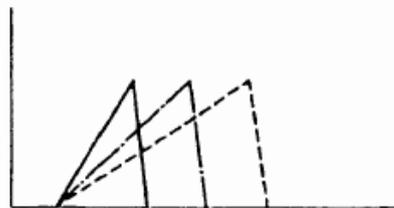


FIG.13D

PRESIÓN
INYECCIÓN



(A) θ_1 MODELO MODIFICADO

FIG.14A

ÁREA DE APERTURA DE LA VÁLVULA DE CONTROL DEL ÉMBOLO DE MULTIPLICACIÓN PRESIÓN

PERIODO LEVANTAMIENTO AGUJA (CONTROLADO POR VÁLVULA CONTROL INYECCIÓN)

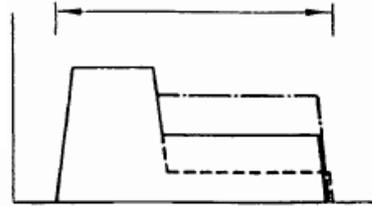


FIG.14B

POSICIÓN ÉMBOLO MULTIPLICACIÓN PRESIÓN



FIG.14C

PRESIÓN DIRECTAMENTE ANTES PARTE ASIENTO TOBERA

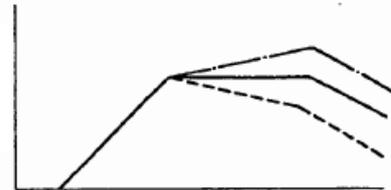


FIG.14D

PRESIÓN INYECCIÓN



(B) θ_2 MODELO MODIFICADO
(BASADO EN MODELO INTERMEDIO EN FIGURA 12)

FIG.15A

ÁREA DE APERTURA DE LA
VÁLVULA DE CONTROL DEL
ÉMBOLO DE MULTIPLICACIÓN
PRESIÓN

PERIODO LEVANTAMIENTO AGUJA
(CONTROLADO POR VÁLVULA
CONTROL INYECCIÓN)

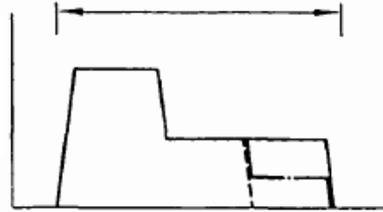


FIG.15B

POSICIÓN ÉMBOLO
MULTIPLICACIÓN PRESIÓN

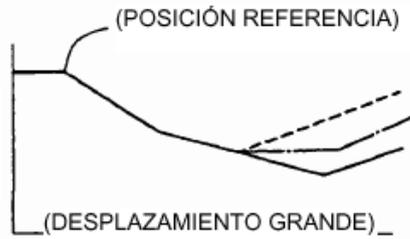


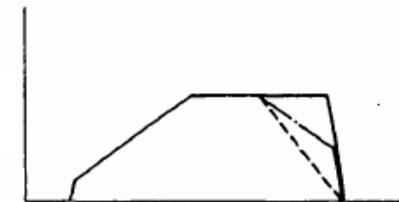
FIG.15C

PRESIÓN DIRECTAMENTE
ANTES PARTE ASIENTO
TOBERA



FIG.15D

PRESIÓN
INYECCIÓN



(C) θ_3 MODELO MODIFICADO

(BASADO EN MODELO INTERMEDIO EN
FIGURA 13)

FIG.16

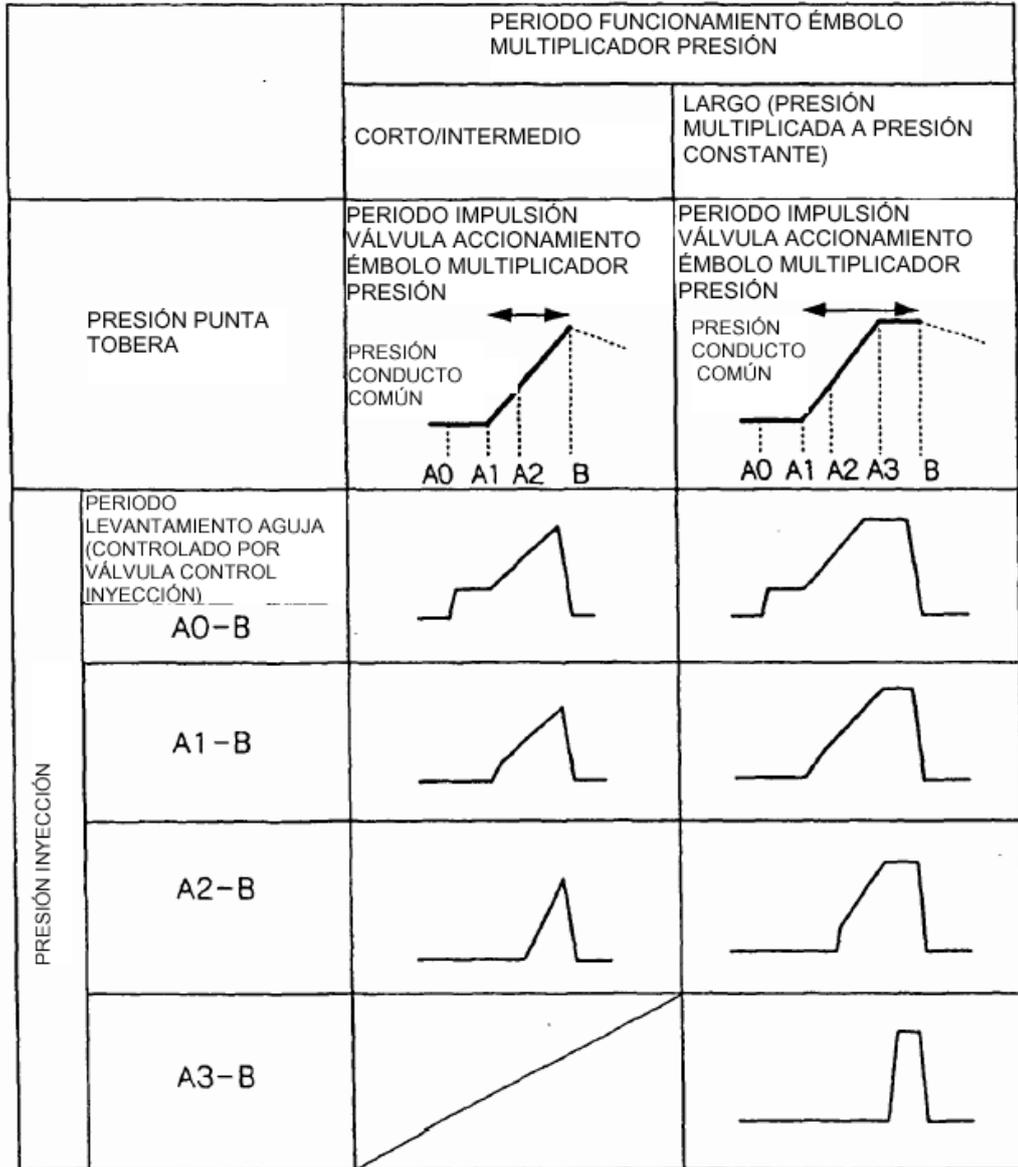


FIG.17

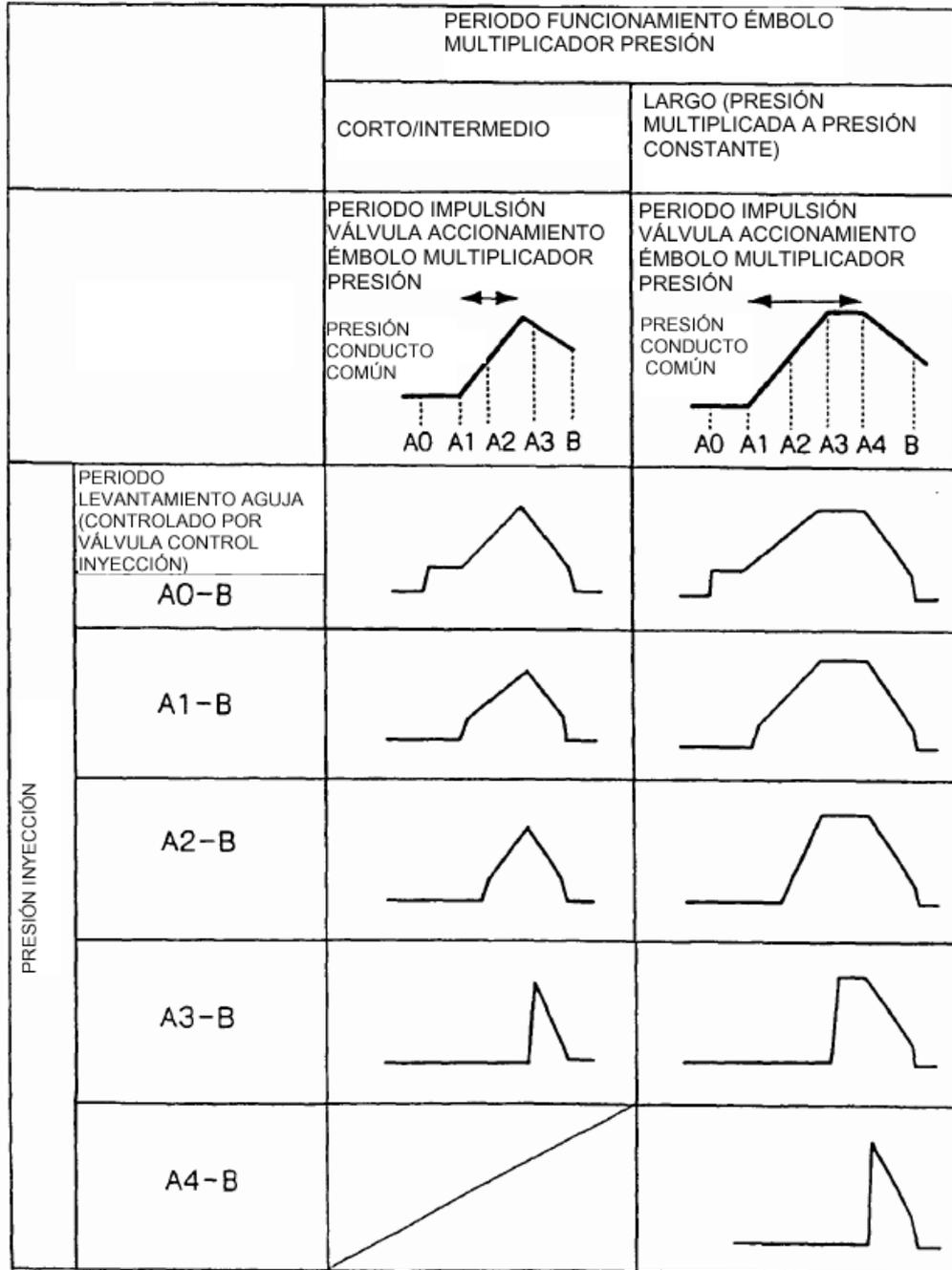


FIG.18A

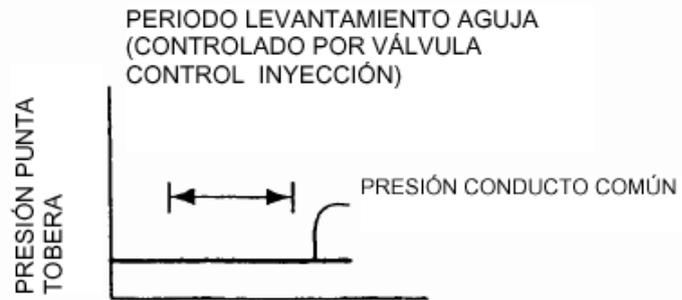


FIG.18B



FIG.19A

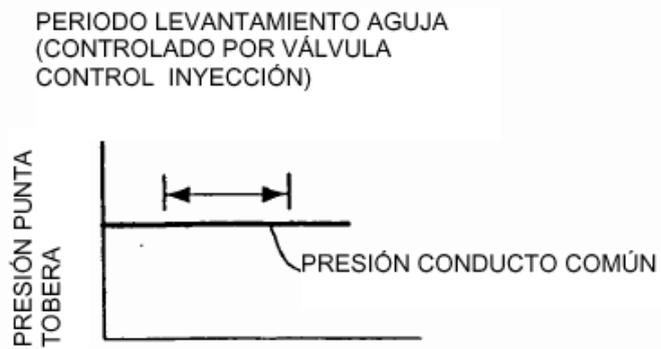


FIG.19B

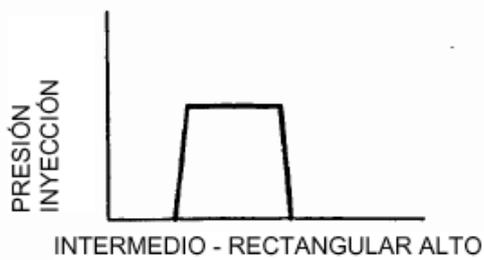


FIG.20A

RANGO OPERATIVO VÁLVULA CONTROL
ÉMBOLO MULTIPLICADOR PRESIÓN

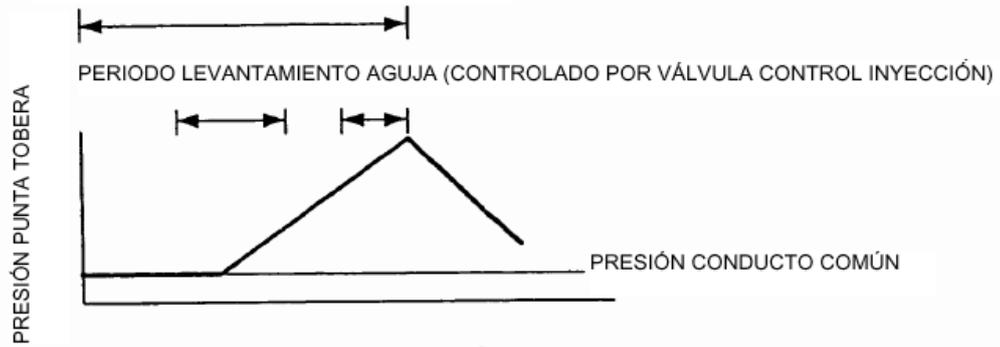


FIG.20B

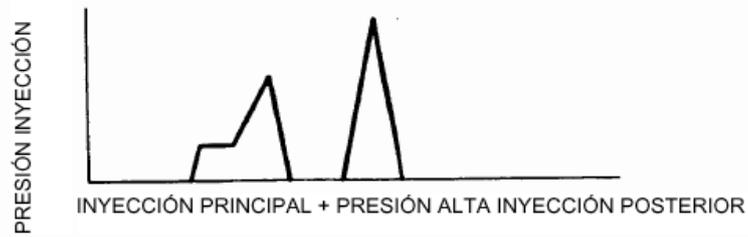


FIG.21A

RANGO OPERATIVO VÁLVULA CONTROL
ÉMBOLO MULTIPLICADOR PRESIÓN

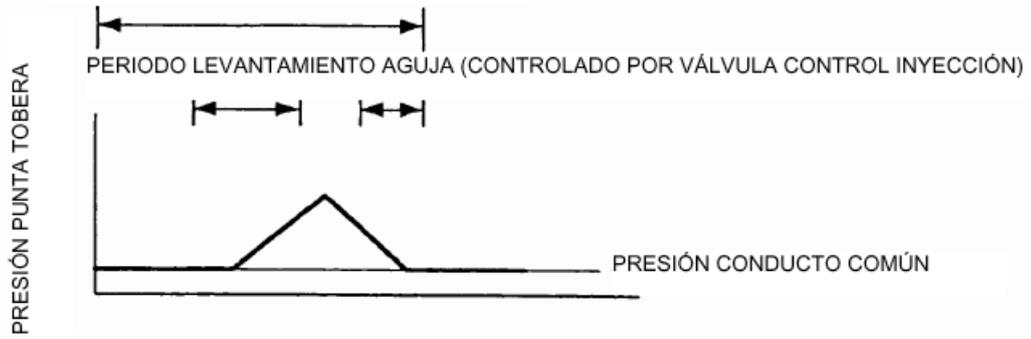


FIG.21B



FIG.22A

RANGO OPERATIVO VÁLVULA CONTROL
ÉMBOLO MULTIPLICADOR PRESIÓN

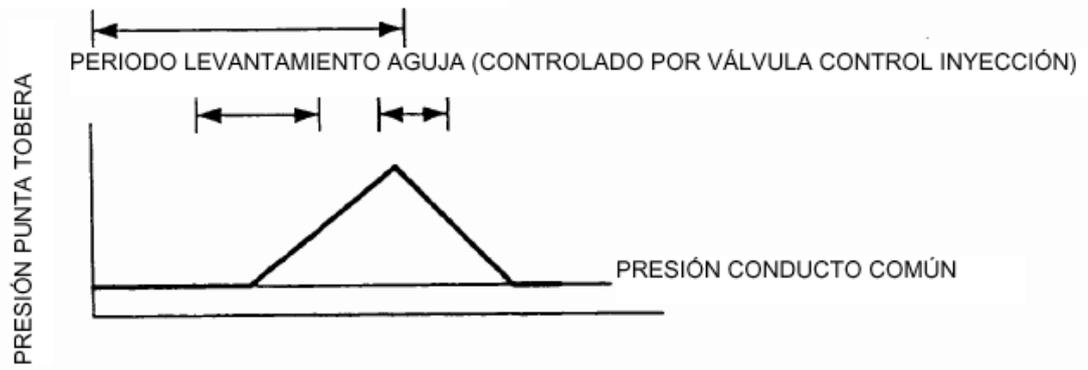


FIG.22B

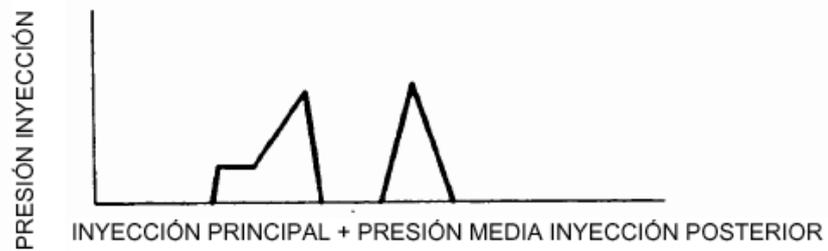


FIG.23A

RANGO OPERATIVO VÁLVULA CONTROL
ÉMBOLO MULTIPLICADOR PRESIÓN

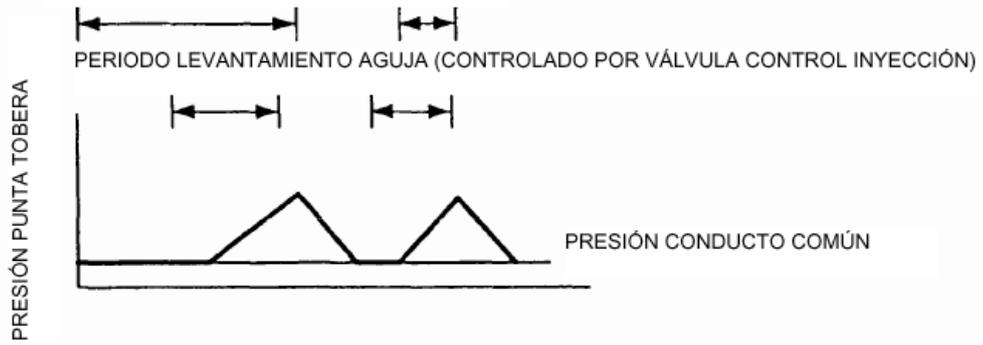


FIG.23B

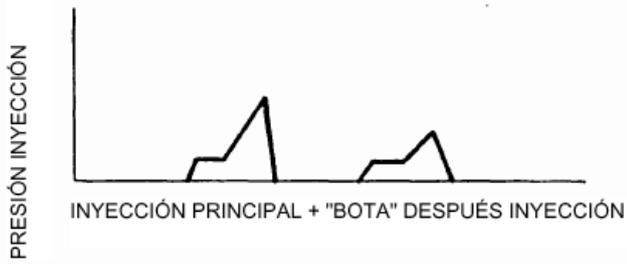


FIG.24A

PERIODO LEVANTAMIENTO AGUJA
(CONTROLADO POR VÁLVULA CONTROL INYECCIÓN)

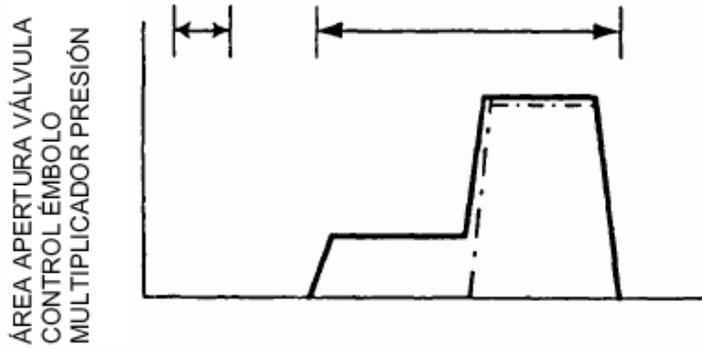


FIG.24B



FIG.24C

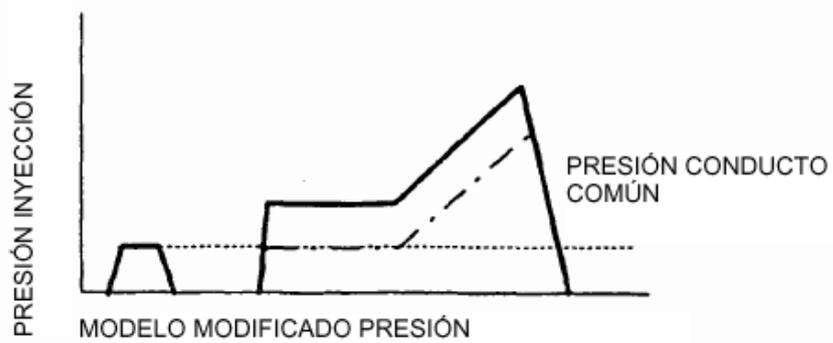


FIG.25A

PERIODO LEVANTAMIENTO AGUJA
(CONTROLADO POR VÁLVULA CONTROL INYECCIÓN)

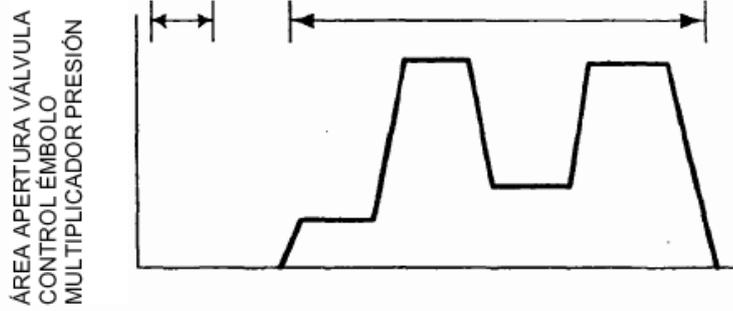


FIG.25B



FIG.25C



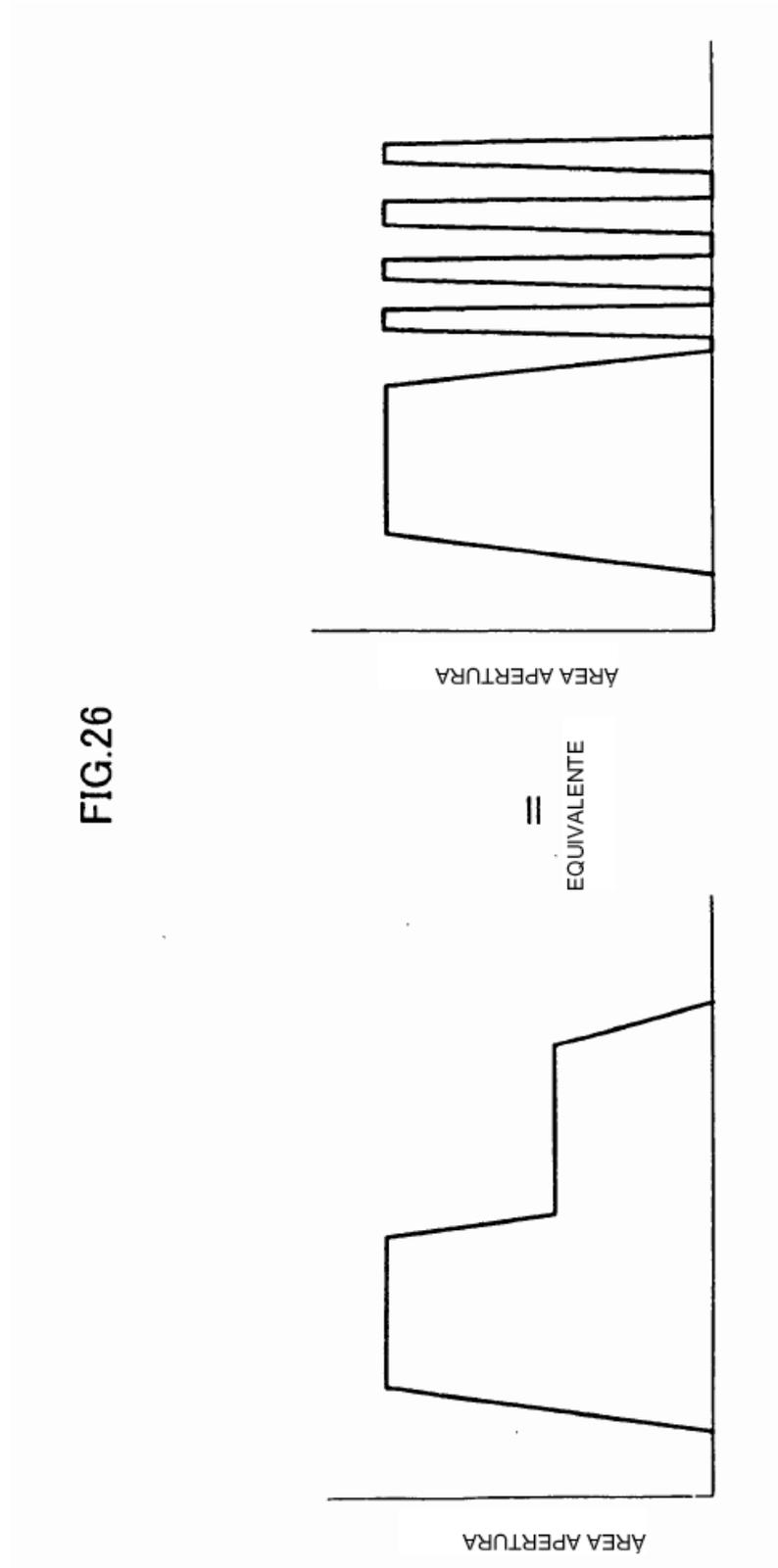


FIG.26

FIG.27A

NO DEPENDE VELOCIDAD MOTOR



FIG.27B

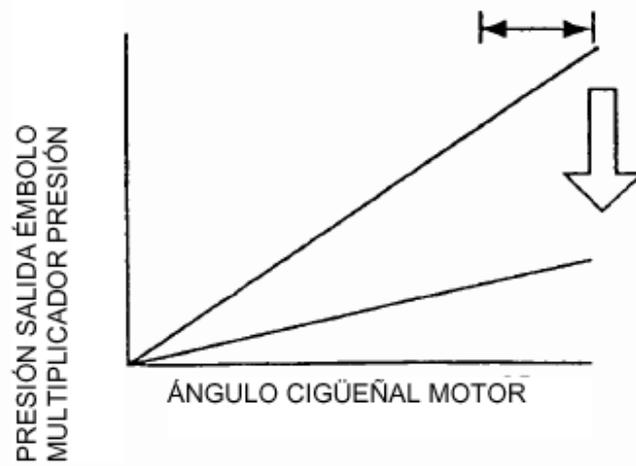


FIG.28

