



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 354 050**

51 Int. Cl.:

**F02B 19/12** (2006.01)

**F02B 19/16** (2006.01)

**F02B 19/18** (2006.01)

**F02P 13/00** (2006.01)

12

# TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06797044 .2**

96 Fecha de presentación : **30.08.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1936144**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.06.2008**

54 Título: **Motor encendido por chispa.**

30 Prioridad: **15.09.2005 JP 2005-268090**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**09.03.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**09.03.2011**

73 Titular/es: **Yanmar Co., Ltd.**  
**1-32, Chayamachi Kita-ku**  
**Osaka-shi, Osaka 530-0013, JP**

72 Inventor/es: **Takemoto, Toru y**  
**Inoue, Kunihiro**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 354 050 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

## Campo técnico

- 5 La presente invención versa acerca de motores de encendido por chispa que comprenden una cámara de combustión de tipo de una única cámara.

## Técnica antecedente

- 10 Convencionalmente, para conseguir el rendimiento estable de encendido, incluso con la mezcla más pobre de aire-combustible, el motor de encendido por chispa que comprende la cámara de combustión de tipo de una única cámara comprende una bujía de encendido, que está proporcionada en una cámara auxiliar sin suministro de combustible (por ejemplo, véase el documento JP-A-4-287826). En el motor de encendido por chispa como este, como se muestra
- 15 en las FIGURAS 15 y 16, hay formada una cámara 25 de combustión entre una culata 21 del cilindro y la parte superior de un pistón 23 instalado en un cilindro 22, y se proporciona una bujía 27 de encendido en la culata 21 del cilindro de tal forma que hay dispuestos electrodos 27a de encendido sobre la cámara 25 de combustión. Hay proporcionada una tapa 28 que tiene una pluralidad de agujeros 28a de inyección en la punta de la bujía 27 de encendido, de
- 20 forma que se cubren los electrodos 27a de encendido, y de esta manera se forma una cámara auxiliar 30 en la tapa 28, que se comunica con la cámara 25 de combustión a través de la pluralidad de agujeros 28a de inyección. Por lo tanto, cuando la mezcla de aire-combustible fluye a la cámara auxiliar 30 desde el cilindro 22 se enciende mediante chispa con los electrodos 27a de encendido de la bujía 27 de encendido, la llama que sale de la pluralidad de
- 25 agujeros 28a de inyección se convierte en un chorro de líquido inflamado. El chorro de líquido inflamado crea turbulencia y se transmite a la cámara 25 de combustión. Como resultado, se quema completamente la mezcla de aire-combustible en la cámara 25 de combustión. Por lo tanto, la turbulencia generada por el chorro de líquido inflamado hace que sea posible una combustión rápida.
- 30 Además, la solicitud de patente internacional WO 2004/036014 describe un motor de encendido por chispa que comprende un cilindro con una culata del cilindro, una cámara principal (cámara de combustión) y una cámara de precombustión (cámara auxiliar), por lo que una culata separa la cámara principal de la cámara de combustión y comunica la cámara principal con la cámara de precombustión por medio de uno o más pasadizos. La cámara de
- 35 precombustión está formada en la parte inferior de una camisa, por lo que se proyecta la parte

inferior de la camisa hacia el interior de la cámara principal desde una superficie de explosión de la culata del cilindro y la posición de encendido junto a los electrodos de encendido está fijada cerca de la superficie de explosión.

Además, la publicación japonesa JP 2004-204835 da a conocer un motor de encendido por chispa que comprende una camisa con una forma cilíndrica ciega en la culata del cilindro que forma una cámara auxiliar, que tiene un diámetro que es mayor que la altura.

#### Revelación de la invención

#### 10 Problemas que deben ser solucionados por la invención

Con respecto al motor convencional de encendido por chispa, la cámara auxiliar está formada en la punta de la porción inferior de la bujía de encendido, dotada de la tapa formada con la forma cilíndrica ciega. Por lo tanto, el diámetro de la cámara auxiliar está limitado por el diámetro de la bujía de encendido. Así, para asegurar el volumen efectivo en la cámara auxiliar, la altura de la misma debe ser mayor. Por lo tanto, la altura de la cámara auxiliar se hace mucho mayor que la anchura de la misma, de forma que la longitud entre la posición de encendido junto a los electrodos de encendido y los agujeros de inyección proporcionados en la porción inferior de la cámara auxiliar, y el gas residual es sencillo que permanezcan en torno a la posición de encendido. Como resultado, se evita el encendido en la cámara auxiliar o la expansión de la llama por el efecto del gas residual, de forma que es difícil conseguir un encendido estable y un rendimiento de combustión con una mezcla más pobre de aire-combustible.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un motor de encendido por chispa que sea capaz de operar con una mezcla más pobre de aire-combustible para conseguir un encendido estable y un rendimiento de combustión.

#### Medio para solucionar los problemas

El objetivo de la presente invención ha sido descrito anteriormente. A continuación se describe el medio para solucionar el problema.

Según la presente invención, un motor de encendido por chispa comprende un cilindro, una culata del cilindro dispuesta por encima del cilindro, un pistón dispuesto en el cilindro y una cámara de combustión de tipo de una única cámara proporcionada en el cilindro por encima del pistón, en el que la culata del cilindro tiene una superficie inferior orientada hacia la cámara de

combustión, y la superficie inferior de la culata del cilindro está definida como una superficie de explosión. Una camisa cilíndrica tiene una primera parte inferior y una segunda parte inferior que se extiende hacia abajo desde la primera parte inferior, y hay instalada una bujía de encendido en la culata del cilindro a través de la camisa. Además, hay formada una cámara auxiliar, de forma que está rodeada por la camisa y la bujía de encendido, en la que la cámara auxiliar tiene una longitud vertical L1 entre una parte inferior interna de la segunda parte inferior de la camisa y una parte inferior de la bujía de encendido instalada en la camisa, y la cámara auxiliar tiene un diámetro L2, que es igual al diámetro interno de la camisa. Hay dispuesto un conjunto de electrodos de encendido de la bujía de encendido en la cámara auxiliar, de forma que están orientados a la cámara de combustión en el cilindro, y uno o más agujeros de inyección permiten que la cámara auxiliar se comuniquen con la cámara de combustión, en el que la segunda parte inferior de la camisa que sirve como la parte inferior de la cámara auxiliar se proyecta hasta el interior de la cámara de combustión desde la superficie de explosión de la culata del cilindro, de forma que sitúa una posición de encendido para el encendido junto a los electrodos de encendido a una altura que es sustancialmente igual a una altura de la superficie de explosión. Según la reivindicación 1, el conjunto de electrodos de encendido de la bujía de encendido en la cámara auxiliar y, por lo tanto, la posición de encendido, está situado a una distancia L3 de la parte superior de la cámara auxiliar, de forma que se calcula un volumen de espacio entre la posición de encendido y el extremo superior de la cámara auxiliar en base a la longitud L3 y al diámetro L2, y dicho volumen de espacio es mayor que un volumen de gas residual restante en la cámara auxiliar con un reglaje del encendido antes de que el pistón alcance un punto muerto superior durante su carrera de compresión, por lo que se calcula dicho volumen de gas residual restante en la cámara auxiliar multiplicando un volumen V1 de la cámara auxiliar por una relación de un volumen del cilindro, incluyendo el volumen V1 de la cámara auxiliar con el reglaje del encendido, con respecto a un volumen del cilindro, incluyendo el volumen V1 de la cámara auxiliar, cuando una válvula de admisión está cerrada. Cuando se comprime hacia arriba dicho volumen calculado de gas residual restante en la cámara auxiliar en la cámara auxiliar, una longitud L4 entre el extremo superior de la cámara auxiliar y el extremo inferior del gas residual existente en la cámara auxiliar es menor que la longitud L3, estableciendo de ese modo la posición de encendido más abajo que el gas residual restante en la cámara auxiliar con el reglaje de encendido, por lo que una relación de una longitud L3 entre una superficie superior interna de la cámara auxiliar definida por la parte inferior de la bujía de encendido y la posición de encendido con respecto a la longitud vertical L1 de la cámara auxiliar está establecida en un intervalo de 0,5 a 0,8.

Preferentemente, la cámara auxiliar rodeada por la camisa y la bujía de encendido está

formada con una forma cilíndrica que tiene un diámetro horizontal L2, y en la que una relación de la longitud vertical L1 de la cámara auxiliar con respecto al diámetro L2 de la misma está establecida en un intervalo de 0,5 a 1,0.

5 Preferentemente, la relación del volumen de la cámara auxiliar con respecto al de la cámara de combustión cuando el pistón alcanza el punto muerto superior está establecida en el intervalo de 0,010 a 0,015.

10 Preferentemente, los agujeros de inyección están configurados como uno o más pares de los agujeros de inyección simétricos con respecto a la posición de encendido en la dirección de la gravedad y estando establecido un ángulo entre los agujeros de inyección de cada par en un intervalo de 80 a 100 grados.

15 Preferentemente, las direcciones de los agujeros de inyección están fijadas como las direcciones de las líneas entre la posición de encendido y los centros de los asientos de las válvulas proporcionados en la periferia externa de la cámara de combustión o los centros de los asientos de las válvulas adyacentes entre sí, y porque los ángulos de tolerancia que forman las direcciones de los agujeros de inyección y las direcciones de las líneas están establecidas en el intervalo de -10 a 10 grados en la dirección horizontal. En particular, los asientos de las válvulas están formados en el pistón en un área periférica externa de la cámara de combustión, en el que cada uno de los agujeros de inyección está dirigido en la dirección horizontal en un intervalo de ángulo de tolerancia  $\beta$  de -10 a 10 grados desde o bien una línea O1 que pasa por un centro de cada uno de los asientos de las válvulas o una línea O2 que pasa entre cada par de asientos colindantes de las válvulas.

#### Efecto de la invención

25 A continuación se describen los efectos de la presente invención.

Según la presente invención, se pueden utilizar las bujías estándar de encendido para el motor de encendido por chispa y se puede conseguir una reducción del coste. El chorro de líquido inflamado puede ser generado por la llama inyectada en la cámara de combustión que sale de la cámara auxiliar a través de los agujeros de inyección proporcionados en la camisa, de forma que el chorro de líquido inflamado puede generar turbulencia, que hace que sea posible una combustión rápida sin la bujía convencional de encendido del tipo de la cámara auxiliar. Además, se pueden proporcionar los agujeros de inyección alejados de la superficie de explosión del pistón, de forma que el chorro de líquido inflamado puede evitar que sea afectado por la temperatura de la superficie de explosión. Además, la cámara auxiliar puede estar formada de manera simple, de forma que la cámara auxiliar puede estar diseñada libremente,

la posición del encendido puede estar dispuesta libremente y, por lo tanto, se puede formar fácilmente la cámara auxiliar que es capaz de evitar que sea afectada por el gas residual.

Según la presente invención, la relación de la altura de la cámara auxiliar con respecto a la anchura de la misma puede estar fijada de forma apropiada, de manera que se puede operar el motor de encendido por chispa con una mezcla más pobre de aire-combustible de lo que es convencional.

Según la presente invención, la posición de encendido con la bujía de encendido puede estar dispuesta en una posición apropiada con respecto a la cámara auxiliar, de forma que la cámara auxiliar puede evitar que el gas residual en la misma afecte al rendimiento del encendido y de la combustión. Por consiguiente, se puede conseguir un encendido y una combustión estables, incluso con la mezcla más pobre de aire-combustible, y, por lo tanto, se puede ampliar el intervalo disponible de funcionamiento del motor hacia el lado de mezcla pobre.

Según la presente invención, la posición del encendido con la bujía de encendido puede estar dispuesta en una posición apropiada con respecto a la cámara auxiliar, de forma que la cámara auxiliar puede evitar que el gas residual que hay en la misma afecte al rendimiento del encendido y de la combustión. Por consiguiente, se puede conseguir un encendido y una combustión estables, incluso con la mezcla más pobre de aire-combustible, y, por lo tanto, se puede ampliar el intervalo disponible de funcionamiento del motor hacia el lado de mezcla pobre.

Según la presente invención, la relación del volumen de la cámara auxiliar con respecto al volumen de la cámara de combustión puede estar fijada de forma apropiada, de manera que se puede garantizar la combustión estable y, por lo tanto, se puede ampliar el intervalo disponible de funcionamiento del motor hacia el lado de mezcla pobre.

Según la presente invención, los ángulos que forman los agujeros de inyección pueden estar fijados de forma apropiada, de manera que se puede garantizar la combustión estable, según sale de forma estable el chorro de líquido inflamado de los agujeros de inyección y, por lo tanto, se puede ampliar el intervalo disponible de funcionamiento del motor hacia el lado de mezcla pobre.

Según la presente invención, las direcciones de los agujeros de inyección pueden estar fijadas de forma apropiada, de manera que se puede garantizar la combustión estable y, por lo tanto, se puede ampliar el intervalo disponible de funcionamiento del motor hacia el lado de mezcla pobre.

## Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una vista en corte transversal de una cámara de combustión, de una bujía de encendido y de una camisa según una realización de la presente invención.

5 La FIG. 2 es una vista en corte transversal de la bujía de encendido y de una cámara auxiliar formada en la camisa.

La FIG. 3 es una vista en planta en corte transversal de la camisa.

10 La FIG. 3(a) es una vista en planta en corte transversal de la camisa en el caso de que las direcciones de los agujeros de inyección sean las mismas que las direcciones de la línea 01.

La FIG. 3(b) es una vista en planta en corte transversal de la camisa en el caso de que las direcciones de los agujeros de inyección sean las mismas que las direcciones de la línea 02.

15 La FIG. 4 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción de la altura y la anchura de la cámara auxiliar (es decir,  $L1/L2$ ) y la densidad de la mezcla de aire-combustible en el límite del fallo de encendido.

La FIG. 5 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción de la altura y la anchura de la cámara auxiliar (es decir,  $L1/L2$ ) y la estabilidad de la combustión.

20 La FIG. 6 es una vista en corte transversal de la cámara auxiliar que incluye el gas residual.

La FIG. 7 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción de la longitud desde la parte superior de la cámara auxiliar hasta la posición del encendido y la altura de la cámara auxiliar (es decir,  $L3/L1$ ) y la densidad de la mezcla de aire-combustible en el límite del fallo de encendido.

25 La FIG. 8 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción de la longitud desde la parte superior de la cámara auxiliar hasta la posición del encendido y la altura de la cámara auxiliar (es decir,  $L3/L1$ ) y la estabilidad de la combustión.

30 La FIG. 9 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción del volumen de la cámara auxiliar y el de la cámara de combustión (es decir,  $V1/V2$ ) y la densidad de la mezcla de aire-combustible en el límite del fallo de encendido.

La FIG. 10 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción del volumen de la cámara auxiliar y el de la cámara de combustión (es decir,  $V1/V2$ ) y la estabilidad de la combustión.

35 La FIG. 11 es un gráfico que muestra la relación entre los ángulos de los agujeros de inyección (es decir, el ángulo  $\alpha$ ) y la densidad de la mezcla de aire-combustible en el

límite del fallo de encendido.

La FIG. 12 es un gráfico que muestra la relación entre los ángulos de los agujeros de inyección (es decir, el ángulo  $\alpha$ ) y la estabilidad de la combustión.

5 La FIG. 13 es un gráfico que muestra la relación entre la dirección de los agujeros de inyección (es decir, el ángulo  $\beta$ ) y la densidad de la mezcla de aire-combustible en el límite del fallo de encendido.

La FIG. 14 es un gráfico que muestra la relación entre la dirección de los agujeros de inyección (es decir, el ángulo  $\beta$ ) y la estabilidad de la combustión.

10 La FIG. 15 es una vista en corte transversal de la cámara convencional de combustión que comprende la bujía de encendido de tipo de cámara auxiliar.

La FIG. 16 es una vista ampliada en corte transversal de la cámara auxiliar convencional.

#### Explicación de los números

- 1 Culata del cilindro
- 2 Cilindro
- 5 Cámara de combustión
- 6 Camisa
- 7 Bujía de encendido
- 7a Electrodo de encendido (electrodo de conexión a tierra)
- 7b Electrodo de encendido (electrodo central)
- 10 Cámara auxiliar
- 12 Posición del encendido

15

El mejor modo para llevar a cabo la invención

A continuación se describirá el mejor modo para llevar a cabo la presente invención.

20 La FIG. 1 es una vista en corte transversal de una cámara de combustión, de una bujía de encendido y de una camisa según una realización de la presente invención.

La FIG. 2 es una vista en corte transversal de la bujía de encendido y de una cámara auxiliar formada en la camisa.

La FIG. 3 es una vista en planta en corte transversal de la camisa.

25 La FIG. 3(a) es una vista en planta en corte transversal de la camisa en el caso de que las direcciones de los agujeros de inyección sean las mismas que las direcciones de la



línea O1.

La FIG. 3(b) es una vista en planta en corte transversal de la camisa en el caso de que las direcciones de los agujeros de inyección sean las mismas que las direcciones de la línea O2.

5 La FIG. 4 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción de la altura y la anchura de la cámara auxiliar (es decir,  $L1/L2$ ) y la densidad de la mezcla de aire-combustible en el límite del fallo de encendido.

La FIG. 5 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción de la altura y la anchura de la cámara auxiliar (es decir,  $L1/L2$ ) y la estabilidad de la combustión.

10 La FIG. 6 es una vista en corte transversal de la cámara auxiliar que incluye el gas residual.

La FIG. 7 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción de la longitud desde la parte superior de la cámara auxiliar hasta la posición del encendido y la altura de la cámara auxiliar (es decir,  $L3/L1$ ) y la densidad de la mezcla de aire-combustible en el límite del fallo de encendido.

15 La FIG. 8 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción de la longitud desde la parte superior de la cámara auxiliar hasta la posición del encendido y la altura de la cámara auxiliar (es decir,  $L3/L1$ ) y la estabilidad de la combustión.

La FIG. 9 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción del volumen de la cámara auxiliar y el de la cámara de combustión (es decir,  $V1/V2$ ) y la densidad de la mezcla de aire-combustible en el límite del fallo de encendido.

20 La FIG. 10 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción del volumen de la cámara auxiliar y el de la cámara de combustión (es decir,  $V1/V2$ ) y la estabilidad de la combustión.

25 La FIG. 11 es un gráfico que muestra la relación entre los ángulos de los agujeros de inyección (es decir, el ángulo  $\alpha$ ) y la densidad de la mezcla de aire-combustible en el límite del fallo de encendido.

La FIG. 12 es un gráfico que muestra la relación entre los ángulos de los agujeros de inyección (es decir, el ángulo  $\alpha$ ) y la estabilidad de la combustión.

30 La FIG. 13 es un gráfico que muestra la relación entre la dirección de los agujeros de inyección (es decir, el ángulo  $\beta$ ) y la densidad de la mezcla de aire-combustible en el límite del fallo de encendido.

La FIG. 14 es un gráfico que muestra la relación entre la dirección de los agujeros de inyección (es decir, el ángulo  $\beta$ ) y la estabilidad de la combustión.

35 La FIG. 15 es una vista en corte transversal de la cámara convencional de combustión

que comprende la bujía de encendido de tipo de cámara auxiliar.

La FIG. 16 es una vista ampliada en corte transversal de la cámara auxiliar convencional.

En el motor de encendido por chispa según la presente invención, como se muestra en las FIGURAS 1 y 2, hay dispuesto un cilindro 2 bajo una culata 1 del cilindro y hay instalado de forma deslizante un pistón 3 en el cilindro 2 en la dirección vertical. Hay formada una superficie 3a con forma cóncava en el extremo superior del pistón 3, orientada hacia la culata 1 del cilindro. Hay formada una cámara 5 de combustión como el espacio rodeado por la culata 1 del cilindro, el cilindro 2 y la superficie 3a con forma cóncava. Se proporcionan una válvula de admisión y una válvula de escape (no mostradas ninguna) en la culata 1 del cilindro, orientadas hacia asientos respectivos 3b de válvula proporcionados en el pistón 3 (véase la FIG. 3). Se puede llevar a cabo la admisión y el escape de la cámara 5 de combustión abriendo y cerrando la válvula de admisión y la válvula de escape de forma alterna.

Hay instalada una camisa 6, que está formada con la forma cilíndrica ciega, en la dirección vertical en el centro de la culata 1 del cilindro relacionada con la cámara 5 de combustión. Se proporciona una bujía 7 de encendido en la camisa 6. Se proporcionan los electrodos de encendido (un electrodo de conexión a tierra) 7a y (un electrodo central) 7b en la punta inferior de la bujía 7 de encendido, de forma que estén dispuestos sobre la cámara 5 de combustión. Los electrodos 7a y 7b de encendido están cubiertos con la parte inferior de la camisa 6 que se proyecta a la cámara 5 de combustión. Por lo tanto, se forma una cámara auxiliar 10 que alberga los electrodos 7a y 7b de encendido en la parte inferior de la camisa 6.

Como se muestra en la FIG. 3, la cámara auxiliar 10 está dispuesta en el centro de la cámara 5 de combustión vista desde la parte superior y los asientos 3b de válvula proporcionados en el pistón 3 están dispuestos en torno a la cámara auxiliar 10. Los asientos 3b de válvula sirven como un asiento de válvula para la válvula de admisión o para la válvula de escape. En esta realización, hay dispuestos lateralmente de forma simétrica cuatro asientos 3b de válvula (dos de ellos son para la válvula de admisión y el resto para la válvula de escape) relacionados con la cámara auxiliar 10 y dispuestos cada 90 grados.

Hay taladrados múltiples agujeros 6a de inyección en la periferia superior de la camisa 6 a intervalos idénticos y, por lo tanto, la cámara auxiliar 10 se comunica con la cámara 5 de combustión a través de los múltiples agujeros 6a de inyección. Por lo tanto, la mezcla de aire-combustible llevada al interior del cilindro 2 por la válvula de admisión fluye a la cámara auxiliar 10 a través de múltiples agujeros 6a de inyección, y luego se enciende por chispa la mezcla de aire-combustible por medio de los electrodos 7a y 7b de encendido de la bujía 7 de encendido. Por lo tanto, se inyecta la llama en la cámara 5 de combustión que sale de los múltiples

agujeros 6a de inyección y se transmite.

Aquí, la parte inferior de la camisa 6 dotada de múltiples agujeros 6a de inyección se proyecta a la cámara 5 de combustión y se extiende más abajo de una superficie 1a de explosión (la superficie inferior de la culata 1 del cilindro orientada hacia el cilindro 2). En la camisa 6, los electrodos 7a y 7b de encendido de la bujía 7 de encendido se proyectan cerca de la superficie 1a de explosión. Por lo tanto, la posición 12 de encendido junto a los electrodos 7a y 7b de encendido en la cámara auxiliar 10 está fijada cerca de la superficie 1a de explosión en la dirección vertical.

Por consiguiente, cuando se enciende por chispa la mezcla de aire-combustible en la cámara auxiliar 10 por medio de la bujía 7 de encendido para conseguir la combustión de mezcla pobre sin ningún otro suministro de combustible, se puede generar el chorro de líquido inflamado mediante la llama inyectada en la cámara 5 de combustión que sale de la cámara auxiliar 10 a través de múltiples agujeros 6a de inyección proporcionados en la camisa 6, de forma que el chorro de líquido inflamado puede generar la turbulencia, lo que hace posible la combustión rápida sin la bujía convencional de encendido de tipo de cámara auxiliar. Además, los múltiples agujeros 6a de inyección pueden estar proporcionados alejados de la superficie 1a de explosión, de forma que el chorro de líquido inflamado puede evitar ser afectado por la temperatura de la superficie 1a de explosión.

Además, la cámara auxiliar 10 está configurada como el espacio formado entre la camisa 6 y la bujía 7 de encendido, de manera que la forma de la misma está decidida obviamente. Por lo tanto, la cámara auxiliar 10 puede estar formada de manera simple, de forma que se puede formar fácilmente la cámara auxiliar 10 que es capaz de evitar ser afectada por el gas residual.

En esta realización, la cámara auxiliar 10 está formada con forma cilíndrica y el diámetro de la misma se corresponde sustancialmente con el diámetro exterior de la camisa 6. Como se muestra en la FIG. 2, la altura (longitud vertical) de la cámara auxiliar 10 está definida como una longitud L1, que es la longitud desde la parte inferior interna de la camisa 6 hasta la parte inferior de la bujía 7 de encendido y el diámetro (longitud lateral) de la cámara auxiliar 10 está definido como una longitud L2, que es igual al diámetro interno de la camisa 6. La cámara auxiliar 10 está formada de tal manera que la relación entre las longitudes L1 y L2 implementa una fórmula (1).

$$0,5 \leq L1 / L2 \leq 1,0 \quad (1)$$

En otras palabras, se calcula la relación L1/L2 de la cámara auxiliar 10 al dividir la altura de la cámara auxiliar 10 por el diámetro de la cámara auxiliar 10 y la relación L1/L2 de la cámara

auxiliar 10 está fijada en el intervalo de 0,5 a 1,0, concretamente, la cámara auxiliar 10 está formada con el lado mayor en la parte superior de la misma en una vista en corte transversal.

Como se muestra en la FIG. 4, la cámara auxiliar 10 está formada como se ha descrito anteriormente, de forma que la densidad de la mezcla de aire-combustible en el límite del fallo de encendido, cuando la relación  $L1/L2$  es pequeña, puede ser más pobre que cuando la relación es grande. En otras palabras, la relación con exceso de aire en el límite del fallo de encendido se vuelve mayor. Por lo tanto, la relación de la cámara auxiliar 10 está fijada como un valor apropiado en el intervalo mencionado anteriormente, de forma que se puede hacer funcionar el motor con una mezcla de aire-combustible tan pobre como sea posible.

Como se muestra en la FIG. 5, si la relación  $L1/L2$  de la cámara auxiliar 10 está fijada en el intervalo de 0,5 a 1,0, entonces la relación de variación en la combustión puede convertirse en la menor y se puede aumentar la estabilidad de la combustión. Por lo tanto, se puede conseguir una combustión estable con una mezcla pobre de aire-combustible, y, por lo tanto, se puede conseguir la operación de compresión elevada.

Si la posición del encendido por los electrodos de encendido en la cámara auxiliar está fijada de forma convencional en la parte superior de la cámara auxiliar, concretamente, en el lado opuesto a los agujeros de inyección que se comunican con la cámara de combustión, entonces existe mucho gas residual en torno a la posición del encendido en la cámara auxiliar antes de que el pistón alcance el punto muerto superior. Por lo tanto, cuando se hace fluir la nueva mezcla de aire-combustible a la cámara auxiliar a través de los agujeros de inyección, la nueva mezcla de aire-combustible no puede alcanzar de forma eficaz la posición del encendido, afectada por el gas residual, y cuando se enciende por chispa no se puede conseguir una combustión estable.

Para garantizar un encendido estable y un rendimiento de la combustión con la mezcla pobre de aire-combustible, la posición 12 del encendido está fijada en la posición apropiada en la que el gas residual puede no afectarla. Como se muestra en la FIG. 6, en la cámara auxiliar 10 fijada con la relación apropiada mencionada anteriormente, los electrodos 7a y 7b de encendido de la bujía 7 de encendido se proyectan a la cámara auxiliar 10 y la posición 12 del encendido junto a los electrodos 7a y 7b de encendido está fijada cerca de los agujeros 6a de inyección de la camisa 6 y cerca de la superficie 1a de explosión.

La posición 12 del encendido junto a los electrodos 7a y 7b de encendido está fijada como se expone a continuación. En concreto, se calcula el volumen del gas residual que permanece en la cámara auxiliar 10 con el reglaje del encendido antes de que el pistón 3 alcance el punto muerto superior durante la carrera de compresión. Se establece el volumen que ocupa el volumen calculado del gas residual en la cámara auxiliar 10 menor que el predeterminado. En

otras palabras, se calcula el volumen del gas residual que permanece en la cámara auxiliar 10 con el reglaje del encendido antes de que el pistón 3 alcance el punto muerto superior durante la carrera de compresión según una fórmula (2).

- 5        Volumen de la cámara auxiliar \* volumen del cilindro con el reglaje del encendido (incluye el volumen de la cámara auxiliar)/volumen del cilindro cuando la válvula de admisión está cerrada (incluye volumen de la cámara auxiliar)        (2)

10        Se determina la posición 12 del encendido según el volumen del espacio sobre la posición 12 del encendido en la cámara auxiliar, que está establecido mayor que el volumen del gas residual calculado según la fórmula (2). Aquí, cuando se empuja hacia arriba el pistón 3, el gas residual de escape se comprime hacia arriba. El volumen del gas residual de escape está establecido menor que el volumen del espacio sobre la posición 12 del encendido en la cámara auxiliar 10, de forma que se puede situar el gas residual de escape sobre la posición del  
15        encendido cuando se enciende por chispa. Por consiguiente, la combustión en la cámara auxiliar 10 puede evitar verse afectada.

20        Se puede calcular el volumen del espacio sobre la posición 12 del encendido en la cámara auxiliar 10 en base a una longitud L3 entre la parte superior de la cámara auxiliar (la parte inferior de la bujía 7 de encendido) y la posición 12 del encendido y la longitud L2 (el diámetro de la cámara auxiliar 10). Aquí, es común el área inferior. Por lo tanto, el valor calculado al dividir el volumen de gas residual por el área inferior se establece más bajo que la longitud L3.

25        En otras palabras, con el reglaje del encendido antes de que el pistón 3 alcance el punto muerto superior, si la posición del encendido está fijada de forma apropiada, entonces la longitud L3 entre la parte superior de la cámara auxiliar 10 y la posición 12 del encendido se establece mayor que una longitud L4 entre el extremo superior de la cámara auxiliar 10 y el extremo inferior del gas residual existente en la cámara auxiliar 10 (es decir,  $L3 > L4$ ).

30        Por lo tanto, la posición 12 del encendido de la mezcla de aire-combustible junto a los electrodos 7a y 7b de encendido de la bujía 7 de encendido está fijada más cerca de los agujeros 6a de inyección que el gas residual restante en la cámara auxiliar 10. Por lo tanto, la  
35        posición 12 del encendido junto a la bujía 7 de encendido puede estar fijada en la posición apropiada en la cámara auxiliar 10, de forma que el rendimiento del encendido y de la combustión puede evitar verse afectado por el gas residual en la cámara auxiliar 10. Por consiguiente, se puede conseguir un encendido y una combustión estables incluso con la mezcla más pobre de aire-combustible, y, por lo tanto, se puede ampliar el intervalo disponible de funcionamiento del motor hacia el lado de mezcla pobre.

Concretamente, la posición 12 del encendido está fijada contra la cámara auxiliar 10 de tal forma que la relación entre la longitud L3 entre la superficie superior interna de la cámara auxiliar 10 y la posición 12 del encendido y la longitud L1 definida como la altura de la cámara auxiliar 10 implementa una fórmula (3).

5

$$0,5 \leq L3 / L1 \leq 0,8 \quad (3)$$

En otras palabras, el valor L3/L1 calculado al dividir la longitud L3 por la longitud L1 está establecido en el intervalo de 0,5 a 0,8.

10 En este caso, como se muestra en la FIG. 7, la densidad de la mezcla de aire-combustible en el límite del fallo de encendido cuando el valor calculado de L3/L1 es grande puede ser más pobre que cuando el valor L3/L1 es pequeño. En otras palabras, la relación con exceso de aire en el límite del fallo de encendido se hace mayor. Por lo tanto, el valor calculado de L3/L1 se establece como un valor apropiado en el intervalo mencionado anteriormente y la posición 12  
15 del encendido está fijada contra la cámara auxiliar 10, de forma que se puede hacer funcionar el motor con una mezcla de aire-combustible tan pobre como sea posible.

Como se muestra en la FIG. 8, si la densidad de la mezcla de aire-combustible en el límite del fallo de encendido es constante, entonces cuando el valor calculado de L3/L1 es grande se puede aumentar la estabilidad de la combustión y la relación de variación en la combustión  
20 puede hacerse menor que cuando el valor de L3/L1 es pequeño. Por lo tanto, se puede conseguir la combustión estable con una mezcla pobre de aire-combustible, y, por lo tanto, se puede conseguir la operación de compresión elevada.

Se define un volumen V1 como el volumen de la cámara auxiliar 10 y se define un volumen V2 como el volumen de la cámara 5 de combustión cuando el pistón 3 alcanza el punto muerto superior. La relación entre el volumen V1 y el volumen V2 implementa una fórmula (4).  
25

$$0,010 \leq V1 / V2 \leq 0,015 \quad (4)$$

En otras palabras, se calcula la relación de V1/V2 al dividir el volumen V1 por el volumen V2 y  
30 se establece la relación de V1/V2 en el intervalo de 0,010 a 0,015.

En la cámara auxiliar 10, como se muestra en la FIG. 9, si la relación de V1/V2 está establecida en el intervalo de 0,010 a 0,015, entonces la densidad de la mezcla de aire-combustible se vuelve paupérrima, en el límite del fallo de encendido. En otras palabras, la relación con exceso de aire en el límite del fallo de encendido se hace mayor. Por lo tanto, la  
35 relación volumétrica de la cámara auxiliar con respecto a la cámara de combustión se fija a un

valor apropiado en el intervalo mencionado anteriormente, de forma que se puede hacer funcionar el motor con una mezcla de aire-combustible tan pobre como sea posible.

Como se muestra en la FIG. 10, si la relación de  $V1/V2$  está establecida en el intervalo de 0,010 a 0,015, entonces la relación de variación en la combustión puede hacerse la menor y se puede aumentar la estabilidad de la combustión. Por lo tanto, se puede conseguir la combustión estable con una mezcla pobre de aire-combustible, y, por lo tanto, se puede conseguir la operación de compresión elevada.

La cámara auxiliar 10 está formada como se ha mencionado anteriormente, mientras que los múltiples agujeros 6a de inyección están taladrados en la parte inferior de la camisa 6 de tal forma que hay múltiples pares de dos agujeros 6a de inyección taladrados en la dirección diametral. Es decir, los múltiples pares de los dos agujeros 6a de inyección están configurados simétricamente con respecto a la posición 12 del encendido junto a la bujía 7 de encendido. Además, los agujeros 6a de inyección están formados inclinados hacia abajo hacia la periferia externa de la cámara 5 de combustión y se puede introducir el chorro de líquido inflamado radialmente en la cámara 5 de combustión procedente de la cámara auxiliar 10 a través de los agujeros 6a de inyección. Además, como se muestra en la FIG. 6, el ángulo  $\alpha$  que forma cada par de agujeros 6a de inyección en la dirección de la gravedad está fijado en el intervalo de 80 a 100 grados.

Como se muestra en la FIG. 11, si el ángulo  $\alpha$  está fijado en el intervalo de 80 a 100 grados, entonces la densidad de la mezcla de aire-combustible se vuelve paupérrima en el límite del fallo de encendido. En otras palabras, la relación con exceso de aire en el límite del fallo de encendido se hace mayor. Por lo tanto, el ángulo  $\alpha$  está fijado en el valor apropiado en el intervalo mencionado anteriormente, de forma que se puede hacer funcionar el motor con una mezcla de aire-combustible tan pobre como sea posible.

Como se muestra en la FIG. 12, si el ángulo  $\alpha$  está fijado en el intervalo de 80 a 100 grados, entonces la relación de variación en la combustión puede hacerse menor y se puede aumentar la estabilidad de la combustión hasta la mejor. Por lo tanto, se puede conseguir la combustión estable con la mezcla pobre de aire-combustible, y, por lo tanto, se puede conseguir el funcionamiento de alta compresión.

Además, los pares de agujeros 6a de inyección están separados unos intervalos idénticos con respecto a la posición 12 del encendido junto a la bujía 7 de encendido en una vista en planta. En esta realización, hay taladrados dos pares de agujeros 6a de inyección y están dispuestos cada 90 grados. En otras palabras, hay taladrados cuatro agujeros de inyección y están dispuestos cada 90 grados en la periferia inferior de la cámara auxiliar 10.

Las direcciones de taladrado de los agujeros de inyección están fijadas de tal forma que,

como se muestra en la FIG. 3(a), cada una de las direcciones de eyección del chorro de líquido inflamado desde el agujero 6a de inyección apunta a cada centro del asiento 3b de válvula (las direcciones de los agujeros de inyección son las mismas que las direcciones de la línea O1). En una realización alternativa, como se muestra en la FIG. 3(b), las direcciones de los agujeros de inyección están fijadas de tal forma que cada una de las direcciones de eyección del chorro de líquido inflamado desde el agujero 6a de inyección apunta a cada centro de los dos asientos 3b de válvula adyacentes (las direcciones de los agujeros de inyección son las mismas que las direcciones de la línea O2).

Además, hay establecido un ángulo  $\beta$  de tolerancia formado por la dirección de taladrado del agujero 6a de inyección y la línea O1 o O2 en el intervalo de -10 a 10 grados en la dirección horizontal. Además, las direcciones de taladrado de los agujeros 6a de inyección están determinadas ya sea en la dirección de la línea O1 o de la O2, según la forma de la cámara 5 de combustión. Aquí, las flechas en las FIGURAS 3(a) y 3(b) muestran las direcciones de salida de los chorros de líquido inflamado eyectados de los agujeros 6a de inyección.

Como se muestra en la FIG. 13, si las direcciones de taladrado de los agujeros 6a de inyección están fijadas como las direcciones de la línea O1 u O2 y el ángulo  $\beta$  de tolerancia está establecido en el intervalo de -10 a 10 grados en la dirección horizontal, entonces la densidad de la mezcla de aire-combustible se vuelve paupérrima en el límite del fallo de encendido. En otras palabras, la relación con exceso de aire en el límite del fallo de encendido se hace mayor. Por lo tanto, las direcciones de taladrado de los agujeros 6a de inyección están fijadas como el valor apropiado en el intervalo mencionado anteriormente, de forma que se puede hacer funcionar el motor con una mezcla de aire-combustible tan pobre como sea posible.

Como se muestra en la FIG. 14, si el ángulo  $\beta$  de tolerancia está fijado en el intervalo de -10 a 10 grados, entonces la relación de variación en la combustión puede hacerse menor y se puede aumentar la estabilidad de la combustión. Por lo tanto, se puede conseguir la combustión estable con la mezcla pobre de aire-combustible, y, por lo tanto, se puede conseguir el funcionamiento de alta compresión.

### Aplicabilidad industrial

Según la presente invención, el motor de encendido por chispa puede ser aplicable de forma adecuada a motores de encendido por chispa que comprendan la cámara de combustión del tipo de una única cámara.



## REIVINDICACIONES

## 1. Un motor de encendido por chispa que comprende:

- 5 un cilindro (2);  
una culata (1) del cilindro dispuesta por encima del cilindro (2);  
un pistón (3) dispuesto en el cilindro (2);  
una cámara (5) de combustión de tipo de una única cámara proporcionada en el  
cilindro (2) por encima del pistón (3), en el que la culata (1) del cilindro tiene una  
10 superficie inferior orientada hacia la cámara (5) de combustión, estando definida la  
superficie inferior de la culata (1) del cilindro como una superficie (1a) de explosión;  
una camisa cilíndrica (6) que tiene una primera parte inferior y una segunda parte  
inferior que se extiende hacia abajo desde la primera parte inferior;  
una bujía (7) de encendido instalada en la culata (1) del cilindro a través de la  
15 camisa (6);  
una cámara auxiliar (10) formada, de manera que esté rodeada por la camisa (6) y  
la bujía (7) de encendido, en el que la cámara auxiliar (10) tiene una longitud  
vertical (L1) entre una parte inferior interna de la segunda parte inferior de la camisa  
(6) y una parte inferior de la bujía (7) de encendido instalada en la camisa (6), y la  
20 cámara auxiliar (10) tiene un diámetro (L2), que es igual al diámetro interno de la  
camisa (6);  
un conjunto de electrodos (7a, 7b) de encendido de la bujía (7) de encendido  
dispuesto en la cámara auxiliar (10), de forma que está orientado a la cámara (5) de  
combustión en el cilindro (2); y  
25 uno o más agujeros (6a) de inyección que permiten que la cámara auxiliar (10) se  
comunique con la cámara (5) de combustión,  
en el que la segunda parte inferior de la camisa (6) que sirve como la parte inferior  
de la cámara auxiliar (10) se proyecta hacia el interior de la cámara (5) de  
combustión desde la superficie (1a) de explosión de la culata (1) del cilindro, de  
30 forma que ubica una posición (12) del encendido para el encendido por los  
electrodos (7a, 7b) de encendido a una altura que es sustancialmente idéntica a  
una altura de la superficie (1a) de explosión,  
**caracterizado porque** el conjunto de electrodos (7a, 7b) de encendido de la bujía  
(7) de encendido en la cámara auxiliar (10) y, por lo tanto, la posición (12) del  
35 encendido, está ubicado a una distancia (L3) de la parte superior de la cámara

auxiliar (10), de forma que se calcula un volumen de un espacio entre la posición (12) del encendido y el extremo superior de la cámara auxiliar (10) en base a la longitud (L3) y el diámetro (L2), y dicho volumen de espacio es mayor que un volumen de gas residual restante en la cámara auxiliar (10) con un reglaje del encendido antes de que el pistón (3) alcance un punto muerto superior durante su carrera de compresión, por lo que se calcula dicho volumen de gas residual restante en la cámara auxiliar (10) al multiplicar un volumen (V1) de la cámara auxiliar (10) por una relación de un volumen del cilindro (2) que incluye el volumen (V1) de la cámara auxiliar (10) con el reglaje del encendido con respecto a un volumen del cilindro (2) que incluye el volumen (V1) de la cámara auxiliar (10) cuando una válvula de admisión está cerrada, y cuando se comprime hacia arriba dicho volumen calculado de gas residual restante en la cámara auxiliar (10) en la cámara auxiliar (10), una longitud (L4) entre el extremo superior de la cámara auxiliar (10) y el extremo inferior del gas residual existente en la cámara auxiliar (10) es menor que la longitud (L3), estableciendo de ese modo la posición (12) del encendido más abajo que el gas residual restante en la cámara auxiliar (10) con el reglaje del encendido, por lo que una relación de una longitud (L3) entre una superficie superior interna de la cámara auxiliar (10) definida por la parte inferior de la bujía (7) de encendido y la posición (12) del encendido con respecto la longitud vertical (L1) de la cámara auxiliar (10) está establecida en un intervalo de 0,5 a 0,8.

2. El motor de encendido por chispa según la reivindicación 1, en el que la cámara auxiliar (10) rodeada por la camisa (6) y la bujía (7) de encendido está formada con una forma cilíndrica que tiene un diámetro horizontal (L2), y en el que una relación de la longitud vertical (L1) de la cámara auxiliar (10) con respecto al diámetro (L2) de la misma está establecida en un intervalo de 0,5 a 1,0.
3. El motor de encendido por chispa según la reivindicación 1 o 2, en el que una relación de un volumen (V1) de la cámara auxiliar (10) con respecto a un volumen (V2) de la cámara (5) de combustión cuando el pistón (3) alcanza el punto muerto superior está establecida en un intervalo de 0,010 a 0,015.
4. El motor de encendido por chispa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los agujeros (6a) de inyección están configurados como uno o más pares de agujeros (6a) de inyección simétricos con respecto a la posición (12) del encendido en

la dirección de la gravedad y en el que un ángulo entre los agujeros (6a) de inyección de cada par está fijado en un intervalo ( $\alpha$ ) de 80 a 100 grados.

- 5      5. El motor de encendido por chispa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que hay formados asientos (3b) de válvula en el pistón (3) en un área periférica externa de la cámara (5) de combustión, en el que cada uno de los agujeros (6a) de inyección está dirigido en la dirección horizontal en un intervalo de ángulo ( $\beta$ ) de tolerancia de -10 a 10 grados ya sea desde una línea (O1) que pasa por un centro de cada uno de los asientos (3b) de válvula o desde una línea (O2) que pasa entre cada
- 10      par de asientos colindantes (3b) de válvula.

FIG. 1

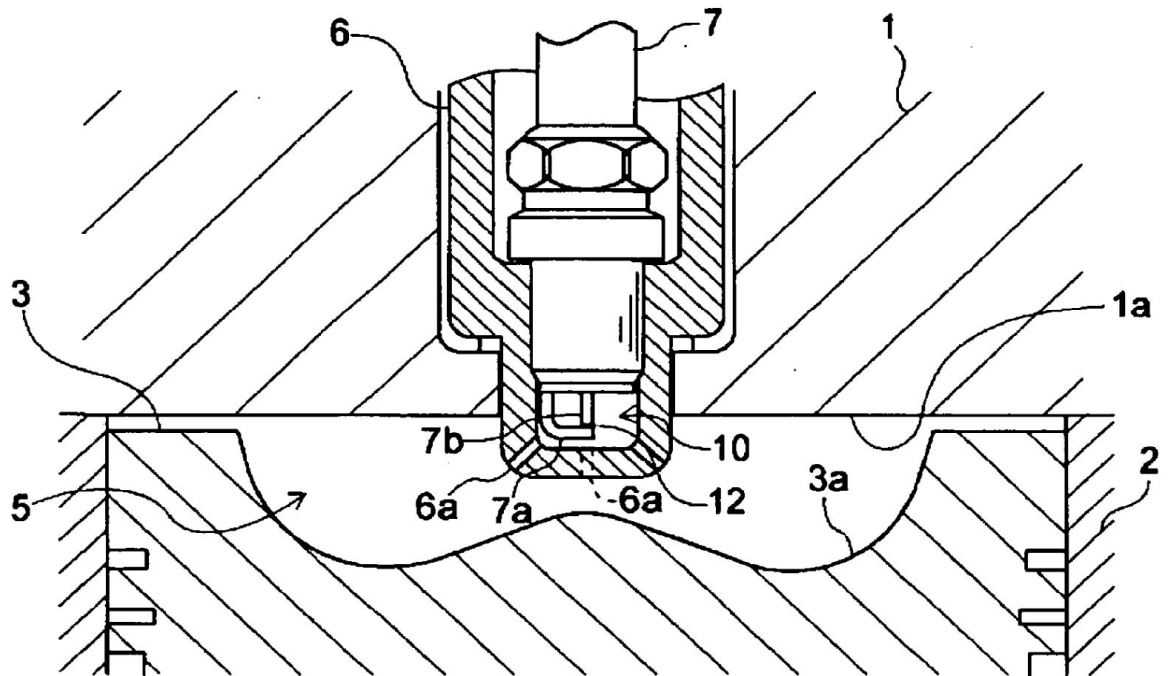


FIG. 2

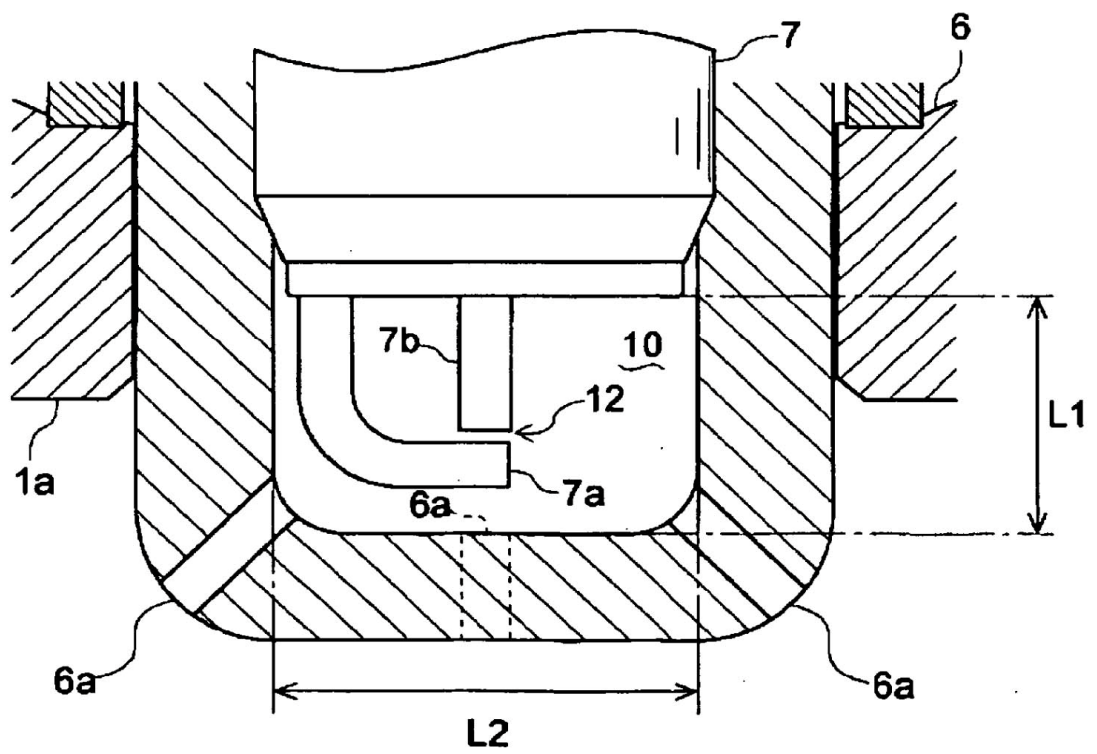
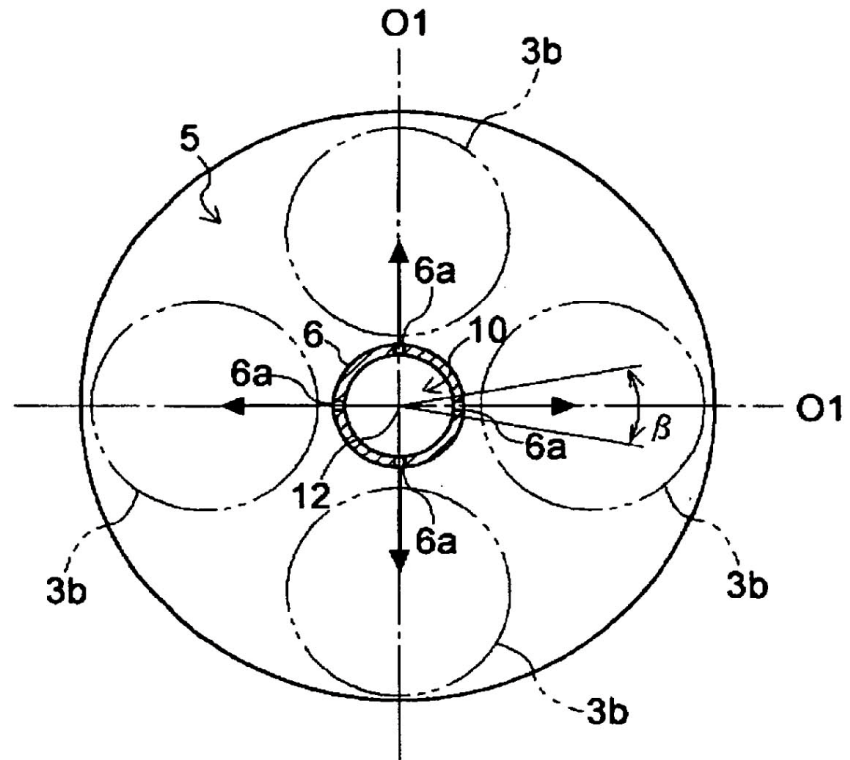


FIG. 3

(a)



(b)

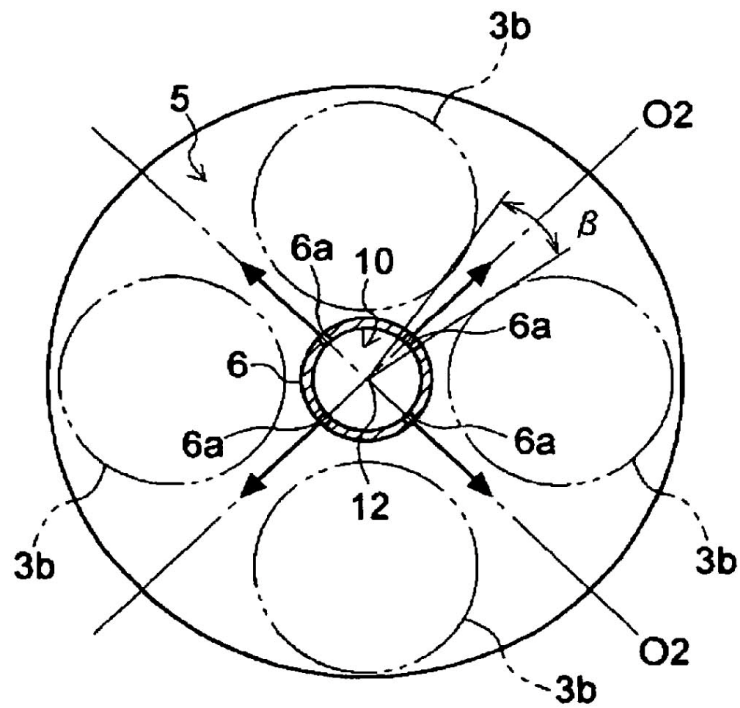


FIG. 4

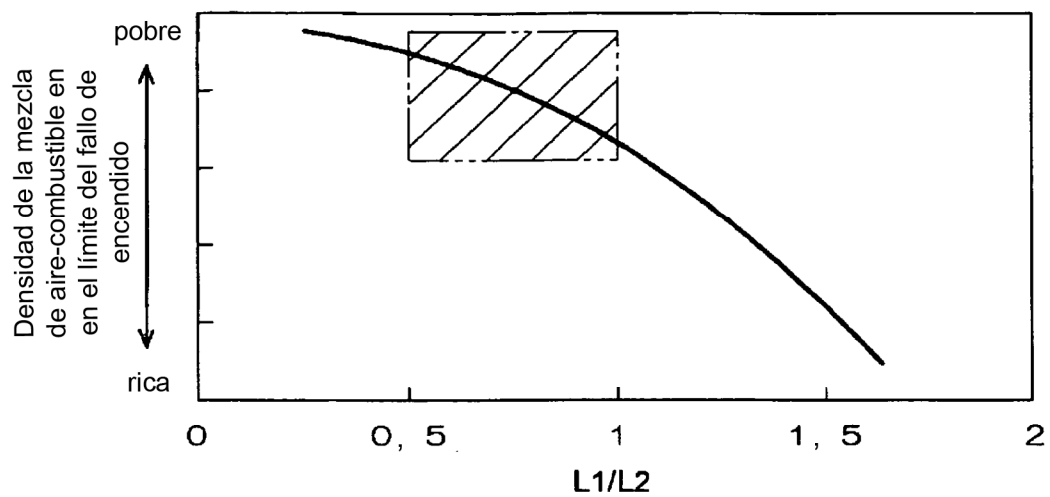


FIG. 5

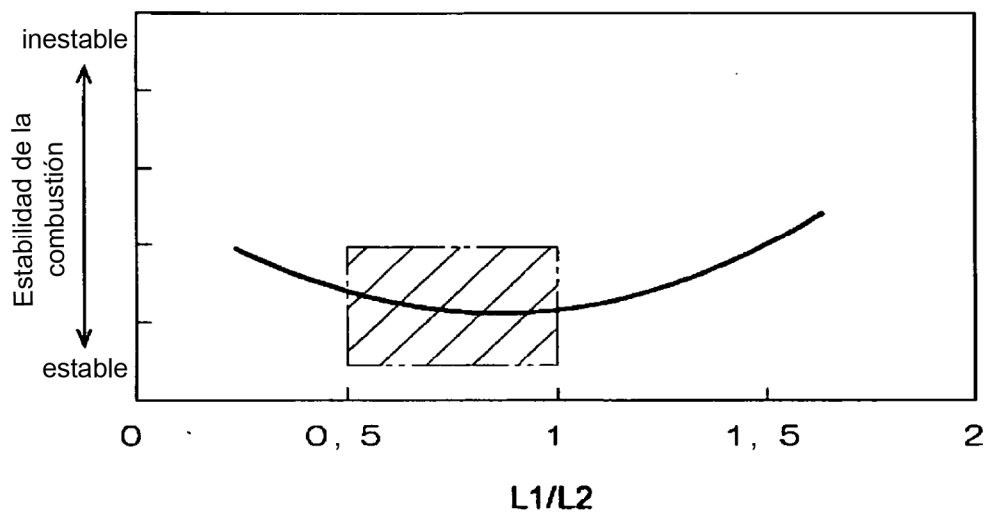


FIG. 6

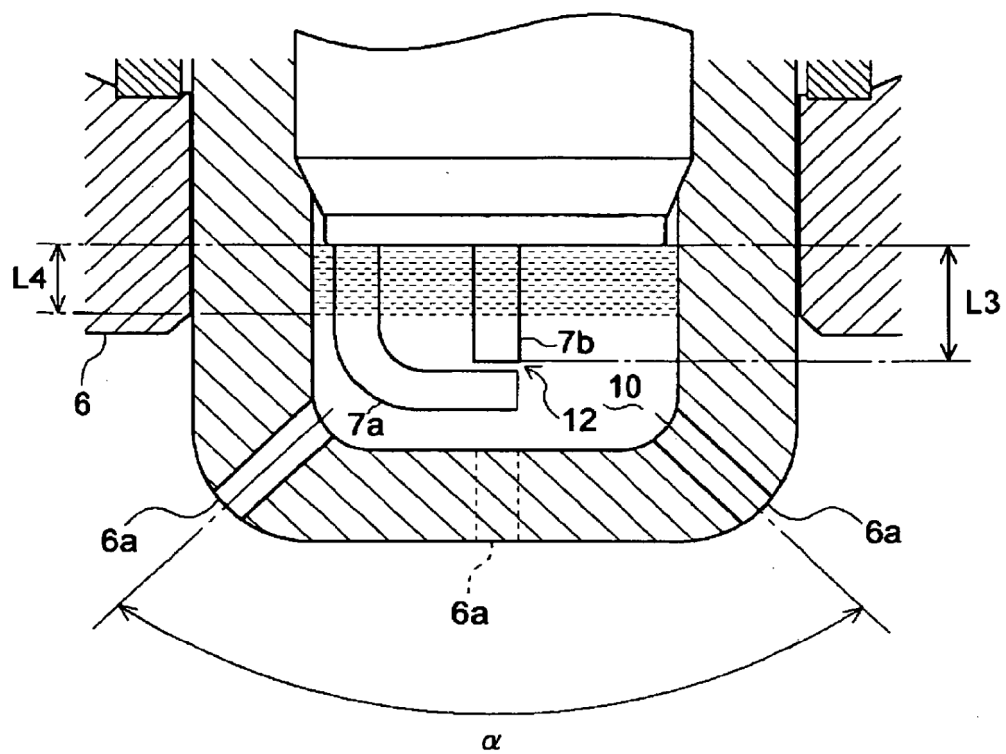


FIG. 7

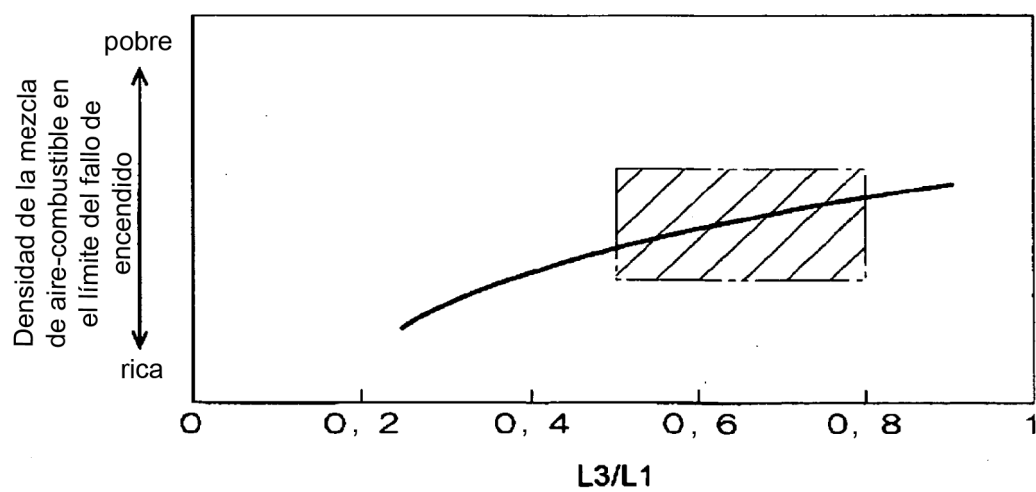


FIG. 8

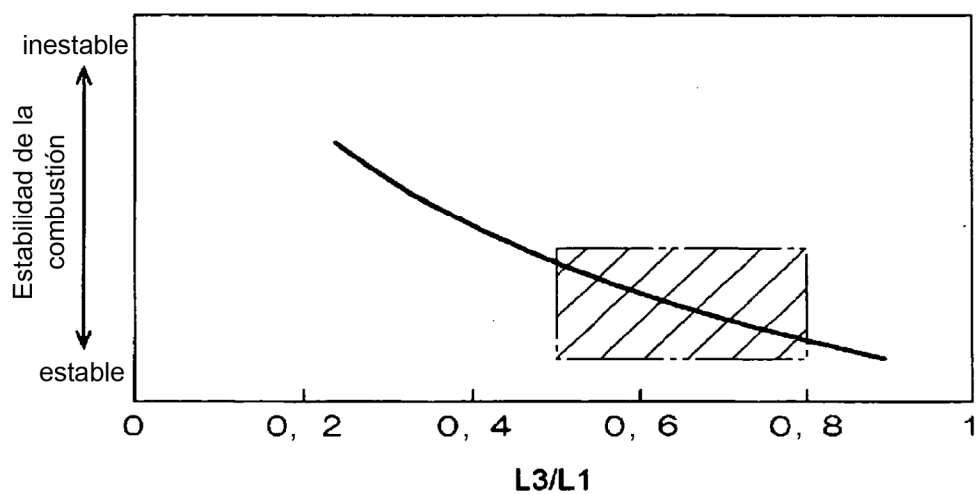


FIG. 9

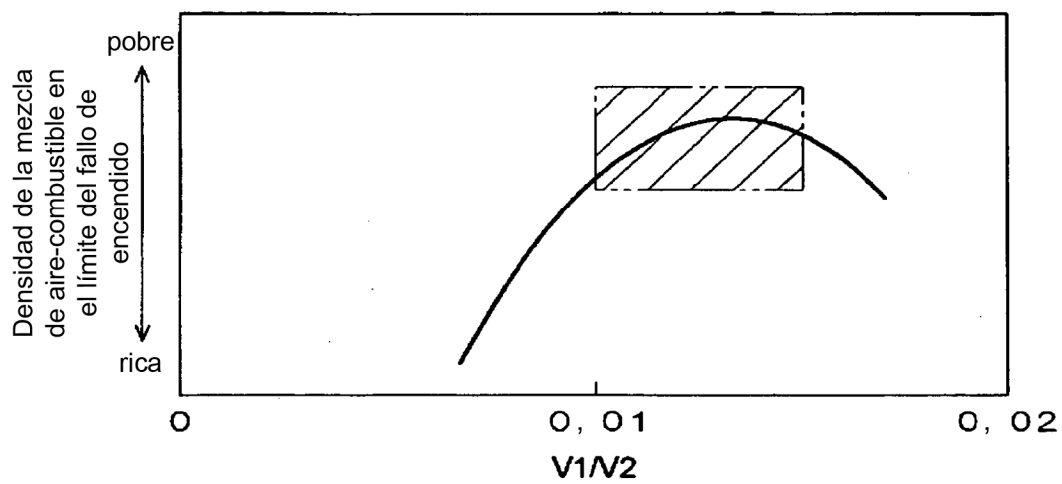




FIG. 10

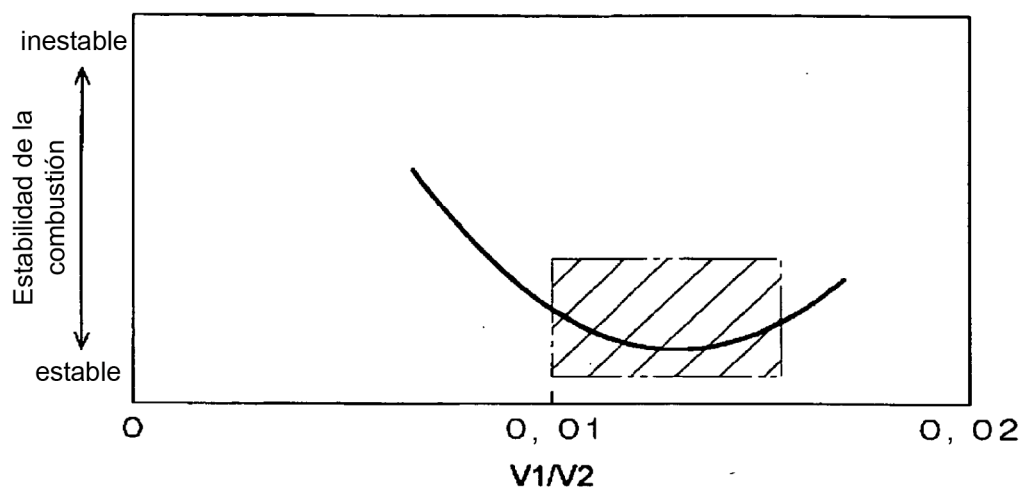


FIG. 11

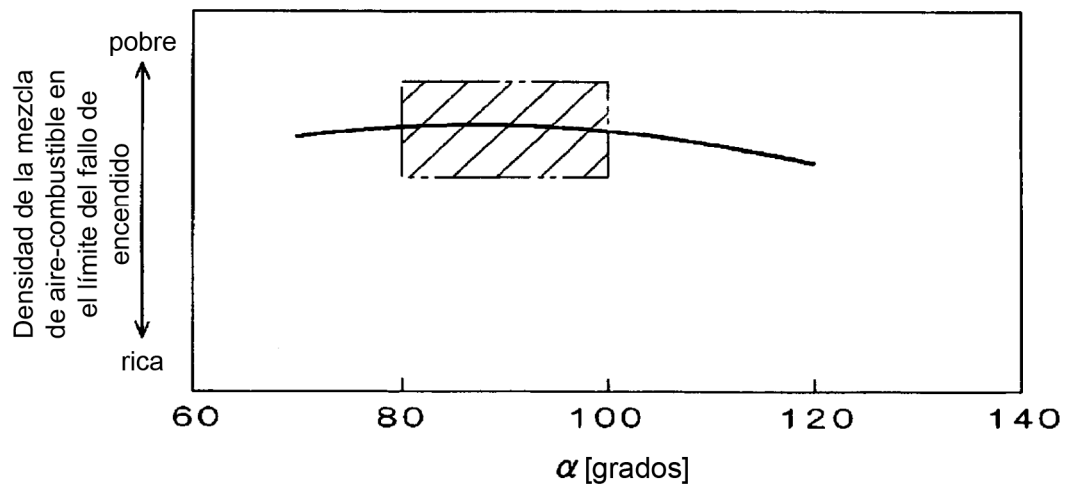


FIG. 12

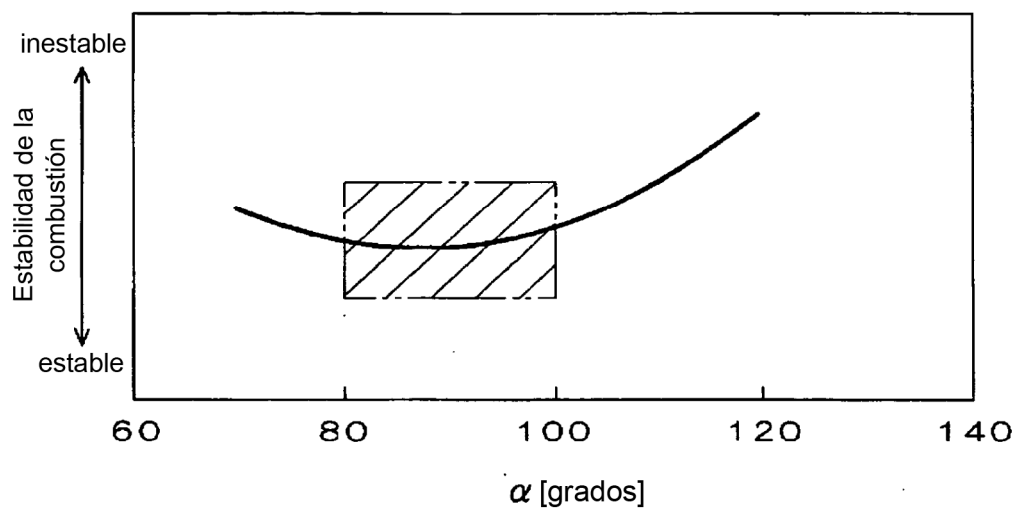


FIG. 13

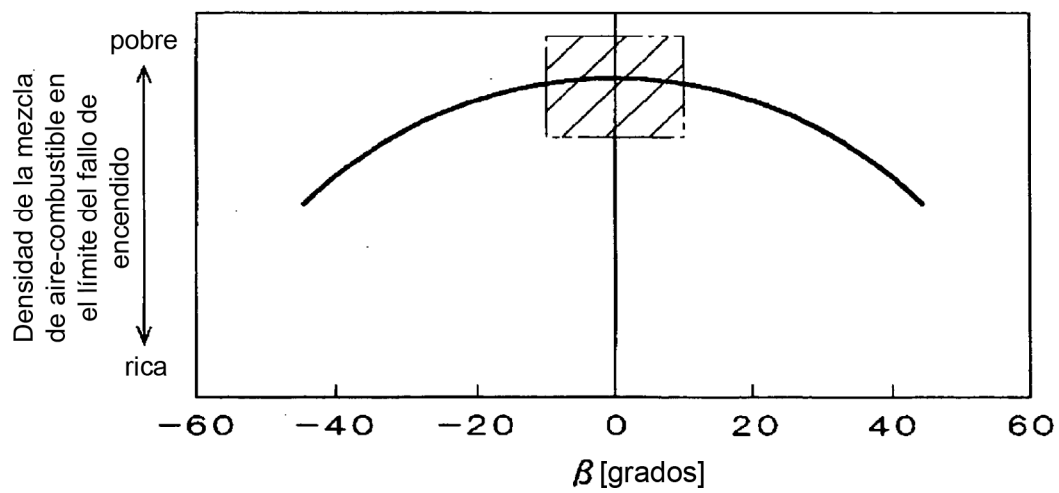


FIG. 14

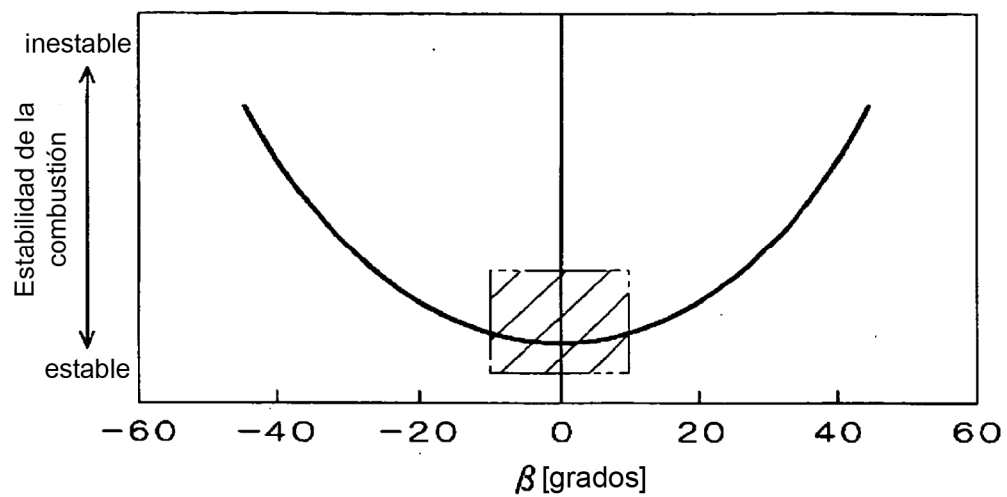


FIG. 15

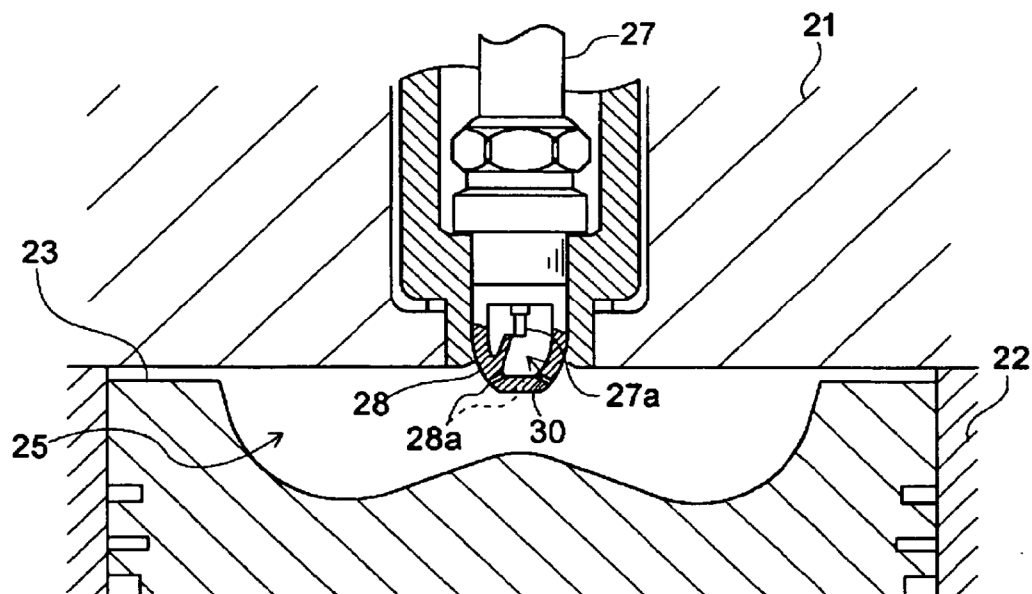


FIG. 16

