

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 605**

51 Int. Cl.:

F02B 23/10 (2006.01)
F02F 1/24 (2006.01)
F02F 3/28 (2006.01)
F02M 61/14 (2006.01)
F02M 67/02 (2006.01)
F02B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2004 E 04703900 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 1589201**

54 Título: **Inyección en cilindro de motor de combustión interna del tipo de combustible**

30 Prioridad:

31.01.2003 JP 2003024446

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

30.03.2015

73 Titular/es:

HONDA MOTOR CO., LTD. (50.0%)
1-1, Minami-Aoyama 2-chome Minato-ku
Tokyo, JP y
ORBITAL AUSTRALIA PTY LTD. (50.0%)

72 Inventor/es:

HANAWA, KAORU;
UEDA, HIROYA y
ISHIDA, SHUICHI

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 532 605 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

Inyección en cilindro de motor de combustión interna del tipo de combustible

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un motor de combustión interna de inyección directa de combustible del tipo de encendido por chispa que tiene una válvula de inyección de combustible y una bujía de encendido expuesta en una cámara de combustión, en la que la válvula de inyección de combustible inyecta combustible a una cavidad formada en la superficie superior del pistón.

Antecedentes de la invención

Hasta ahora, como un motor de combustión interna de inyección directa de combustible del tipo descrito anteriormente se conoce un motor descrito en la patente japonesa número 2.936.806. En este motor de combustión interna de inyección directa de combustible, el combustible es inyectado oblicuamente hacia una superficie de pared inferior de un rebaje, que se forma en la superficie superior de un pistón, y se hace fluir hacia una región debajo de una bujía de encendido dispuesta en el centro de la superficie de pared interior de una culata de cilindro que define una cámara de combustión, siendo vaporizado así por la acción de un flujo en espiral y un efecto de squish generado por la inercia del combustible inyectado y el aire entrante. Por lo tanto, la mezcla de aire-combustible recogida alrededor de la bujía de encendido es vaporizada suficientemente, y así se genera una mezcla de aire-combustible que tiene una adecuada relación aire-combustible para asegurar una buena propiedad de encendido alrededor de la bujía de encendido.

En la técnica anterior, el efecto de squish se utiliza para que el combustible inyectado desde la válvula de inyección de combustible choque en el rebaje (correspondiente a una cavidad), para mover por ello el combustible a lo largo de la superficie de pared inferior del rebaje hacia una región hacia abajo de la bujía de encendido conjuntamente con el flujo en espiral, con el fin de promover la vaporización del combustible. El squish entra en el rebaje y avanza a lo largo de la superficie de pared inferior del rebaje, expulsando de la ranura rebajada el combustible vaporizado presente en la ranura rebajada y difundiéndolo en la cámara de combustión.

En el motor de combustión interna del tipo descrito anteriormente, la mezcla de aire-combustible se forma en la cámara de combustión en la zona cerca de la bujía de encendido, se forma una capa de aire en la zona restante con el fin de permitir la combustión de una mezcla de aire-combustible pobre, y se lleva a cabo una combustión estratificada que es un método en el que la pérdida de calor debida a enfriamiento se reduce por el efecto termoaislante de la capa de aire, mejorando la eficiencia térmica. En el motor de combustión interna del tipo anterior, el grosor de la capa de aire se reduce cuando el combustible se difunde ampliamente dentro de la cámara de combustión. Por lo tanto, se reduce el efecto de aislamiento térmico y por ello aumenta la pérdida de calor debido a enfriamiento, por lo que las ventajas de la combustión estratificada o de formación de capa no se puede utilizar por completo.

En el motor de combustión interna en el que el combustible es inyectado al rebaje o cavidad, el squish que avanza desde la zona circunferencial a lo largo de toda la periferia de la cavidad hacia su centro en la superficie superior del pistón puede separar la mezcla de aire-combustible existente hacia arriba de la cavidad en una parte de la mezcla de aire-combustible cerca de la cavidad y una parte de la mezcla de aire-combustible existente hacia arriba de ella. En tal caso, parte de la mezcla de aire-combustible cerca de la bujía de encendido es pobre por encima de un rango combustible, y su inflamabilidad disminuye. En un caso extremo tiene lugar fallo de encendido y la mezcla de aire-combustible es descargada sin haberse quemado, lo que da lugar a deterioro del consumo específico de combustible y a la emisión de gases de escape.

En DE 198 54 923 A1, en la que se basa el preámbulo de la reivindicación 1, la boquilla de inyección de combustible se ha colocado en el centro y la bujía de encendido se ha colocado a un lado de la boquilla de inyección de combustible. El pistón se ha formado con una cavidad en su superficie superior. El extremo inferior de la boquilla de inyección de combustible y la porción de encendido de la bujía de encendido están al mismo nivel de altura, de modo que la porción de encendido de la bujía de encendido no se coloca más próxima al pistón que la válvula de inyección de combustible. Además, la porción de encendido de la bujía de encendido no estará dentro de la cavidad en la posición de punto muerto superior del pistón porque el pistón se ha formado con una pequeña muesca en su superficie superior para evitar la interferencia con la porción de encendido cuando el pistón esté en su posición de punto muerto superior.

En JP 60 011626 A, se ha colocado una bujía en la posición central coaxial con el pistón y una válvula de inyección de combustible se ha colocado a un lado de la bujía. Además, tanto la bujía como la válvula de inyección de combustible no entrarán completamente en la cavidad formada en la superficie superior del pistón.

DE 199 39 559 A1 muestra una bujía colocada coaxialmente con el pistón.

En US 6 095 114 A, la válvula de inyección de combustible y la cavidad no son coaxiales, de modo que no es posible mantener constantes las distancias entre el borde periférico de la abertura de cavidad y la periferia exterior del flujo de inyección.

5 En JP 11-182247 A, una válvula de inyección de combustible se coloca en el eje central, una bujía de encendido y una cavidad encima de un pistón.

JP 10-115223 A describe una disposición de una válvula de inyección de combustible en el eje central, una bujía de encendido y una cavidad encima de un pistón.

10 En vista de tales circunstancias, el objeto principal de la presente invención es evitar o suprimir la difusión y separación de la mezcla de aire-combustible debido al efecto de squish y lograr una mejora en el consumo específico de combustible y la emisión de gases de escape en un motor de combustión interna de inyección directa de combustible. Otro objeto de la presente invención es asegurar una excelente inflamabilidad cuando la mezcla de
15 aire-combustible sea inyectada desde la válvula de inyección de combustible.

Descripción de la invención

20 Para lograr el objeto principal, la presente invención proporciona un motor de combustión interna de inyección directa de combustible según la reivindicación 1.

El motor incluye:

25 un pistón que tiene una cavidad en su superficie superior, una culata de cilindro, una cámara de combustión definida entre el pistón y la culata de cilindro y que tiene una superficie de techo formada por una superficie interior de la culata de cilindro, una válvula de inyección de combustible expuesta a la cámara de combustión, y una bujía de encendido expuesta a la cámara de combustión, donde la válvula de inyección de combustible inyecta un combustible como un flujo de inyección que tiene un eje central de inyección hacia un interior de la cavidad, caracterizado porque: la válvula de inyección de combustible está configurada para inyectar el combustible de tal
30 manera que una periferia exterior del flujo de inyección esté dentro de la cavidad durante una carrera de compresión; se ha formado una zona de squish de lado de pistón en una zona periférica anular de la superficie superior del pistón, hacia fuera de una abertura de la cavidad, incluyendo la zona de squish de lado de pistón una parte que se inclina oblicuamente hacia arriba de su periferia exterior en una dirección hacia el eje central de inyección; la superficie de techo tiene una zona de squish de lado de culata formada encima e incluyendo una parte que se inclina oblicuamente hacia arriba de una periferia exterior de la superficie de techo en una dirección hacia el
35 eje central de inyección; y la zona de squish de lado de pistón y la zona de squish de lado de culata están dispuestas de manera que cooperen una con otra para generar un squish oblicuo que se dirige oblicuamente hacia arriba hacia el eje central de inyección encima de la zona periférica anular y que se dirige a lo largo de una porción opuesta de la superficie de techo, que está situada enfrente de la abertura.

40 Consiguientemente, el flujo de inyección inyectado desde la válvula de inyección de combustible cae a la cavidad sin salirse de la cavidad. Dado que el squish oblicuo formado entre la zona de squish de lado de pistón y la zona de squish de lado de culata se dirige hacia el eje central de inyección sobre la zona periférica, se evita o suprime la difusión de la mezcla de aire-combustible dirigida desde dentro de la cavidad hacia la periferia exterior de la zona periférica, de modo que se evita la amplia difusión de la mezcla de aire-combustible en toda la cámara de
45 combustión. Además, dado que el squish oblicuo forma un flujo de aire dirigido oblicuamente hacia arriba hacia el eje central de inyección y que fluye a lo largo de la porción opuesta de la superficie de techo, la mezcla de aire-combustible existente sobre la cavidad no se separa, y así se evita que la mezcla de aire-combustible existente cerca de la bujía de encendido sea pobre más allá de un rango combustible debido a la aparición de la separación
50 de la mezcla de aire-combustible.

En consecuencia, según la invención, se obtienen los efectos siguientes. Es decir, dado que la amplia difusión del combustible presente en la cavidad a toda la cámara de combustión y la separación de la mezcla de aire-combustible en la dirección axial las evita o suprime el squish oblicuo, se asegura una buena inflamabilidad y se
55 evita que la mezcla de aire-combustible sea descargada sin que se haya quemado, y por ello se mejora el consumo específico de combustible y la emisión de gases de escape. Además, dado que se forma una capa gruesa de aire alrededor de toda la periferia de la cámara de combustión especialmente alrededor de la cavidad, se reduce la pérdida de calor debido a enfriamiento, y se mejora la eficiencia térmica, por lo que se mejora el consumo específico de combustible. Dado que no hay que aumentar la altura de la superficie lateral de pared de la cavidad en la
60 dirección axial para evitar o suprimir la difusión de la mezcla de aire-combustible desde dentro de la cavidad en direcciones radiales, se mejora la propagación de la llama, y se puede reducir la capacidad de la cavidad. Por lo tanto, la relación de compresión se puede incrementar debido a la reducción de la capacidad, lo que da lugar a mejor eficiencia térmica y mejor consumo específico de combustible.

65 En el motor de combustión interna de inyección directa de combustible de la presente invención, la válvula de inyección de combustible puede ser una válvula que inyecte el flujo de inyección en forma de una mezcla de

combustible-aire, y la válvula de inyección de combustible puede estar configurada para inyectar la mezcla de aire-combustible de tal manera que las distancias entre una periferia interior de la zona periférica que define la abertura y la periferia exterior del flujo de inyección sean sustancialmente uniformes en toda la circunferencia de la periferia interior de la zona periférica.

5 En este caso, la mezcla de aire-combustible está en un estado susceptible de combustión en comparación con el caso en el que el flujo de inyección incluye solamente combustible. Además, haciendo sustancialmente uniformes las distancias entre la periferia interior de la zona periférica y la periferia exterior del flujo de inyección en toda la circunferencia de su periferia interior, se hace que la mezcla de aire-combustible esté especialmente en la porción central de la abertura de la cavidad, por lo que la difusión y la separación de la mezcla de aire-combustible se evitan o suprimen efectivamente debido al squish oblicuo.

10 En consecuencia, se obtiene el efecto siguiente además de los efectos descritos anteriormente. Es decir, en el motor de combustión interna en el que la mezcla de aire-combustible es inyectada a la cavidad, la combustibilidad se mejora debido al hecho de que el flujo de inyección es una mezcla de aire-combustible, y la difusión y la separación de la mezcla de aire-combustible inyectada a la cavidad se evita o suprime positivamente debido al squish oblicuo. Por lo tanto, se obtiene buena inflamabilidad, y se mejora el consumo específico de combustible y la emisión de gases de escape.

15 Preferiblemente, la válvula de inyección de combustible está dispuesta en una posición coincidente con un centro de la abertura según se ve en la dirección del eje central de inyección; y la bujía de encendido tiene una porción de encendido situada más próxima a la válvula de inyección de combustible que la periferia interior de la zona periférica que define la abertura.

20 Dado que la porción de encendido está situada en una posición más próxima a la válvula de inyección de combustible que está situada en el centro de la abertura, que la periferia interior que define la abertura, la mezcla de aire-combustible cerca de la porción de encendido queda menos afectada por el efecto de hacer la mezcla pobre debido al squish oblicuo, que en el caso en el que la porción de encendido está situada en una posición más próxima a la zona periférica que la válvula de inyección.

25 Así, se obtienen los efectos siguientes además de los efectos de la invención indicados anteriormente. Es decir, dado que es posible permitir que la mezcla de aire-combustible esté en el centro de la abertura de la cavidad y permitir que la mezcla de aire-combustible que tiene una relación aire-combustible deseable para buena inflamabilidad esté cerca de la porción de encendido, por el debilitamiento del efecto del squish oblicuo que hace pobre la mezcla de aire-combustible, se mejora la inflamabilidad, por lo que se mejora el consumo específico de combustible y la emisión de gases de escape.

30 La porción de encendido de la bujía de encendido se coloca en la cavidad cuando el pistón está en un punto muerto superior y la porción de encendido se coloca más próxima al pistón que la válvula de inyección de combustible.

35 Con esta configuración, dado que la boquilla de la válvula de inyección de combustible se coloca en la cavidad del pistón en el punto muerto superior, toma una posición más próxima a la cavidad. Por lo tanto, se evita la difusión de la mezcla de aire-combustible, y la porción de encendido toma una posición más próxima a la cavidad porque está situada hacia abajo de la boquilla en la cavidad del pistón en el punto muerto superior, de modo que una mezcla de aire-combustible, que tiene un grado de difusión relativamente bajo desde dentro de la cavidad y una buena inflamabilidad, puede existir cerca de la porción de encendido.

40 Como resultado, se obtiene el efecto siguiente además de los efectos de la invención indicados anteriormente. Es decir, dado que la mezcla de aire-combustible que tiene una buena inflamabilidad debido al bajo grado de difusión desde dentro de la cavidad, puede estar cerca de la porción de encendido, se mejora la inflamabilidad, y por ello se logran una tasa mejorada de consumo específico de combustible y emisión de gases de escape.

45 Preferiblemente, la cavidad tiene una superficie de pared inferior que tiene una porción más profunda enfrente de la porción de encendido.

50 Con esta configuración, el flujo de inyección de combustible desde la válvula de inyección de combustible recibe un componente de velocidad dirigido hacia la porción de encendido después de reflejarse en la superficie de pared inferior de la cavidad, es posible hacer que una mezcla de combustible-aire tenga una buena inflamabilidad para recogerse en la zona de la porción de encendido.

55 En esta memoria descriptiva, el término "hacia arriba" representa una dirección de eje de cilindro desde el punto muerto inferior del pistón hacia su punto muerto superior, a no ser que se especifique lo contrario. El término "dirección radial" representa una dirección radial con respecto al eje de cilindro. El término "vista en planta" significa una vista según se ve en la dirección del eje de cilindro.

60 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en sección de un motor de combustión interna de inyección directa de combustible según una realización de la presente invención, con su pistón colocado en el punto muerto superior, en el que un cárter, un cilindro, y el pistón se representan en una sección tomada a lo largo de un plano ortogonal al eje rotacional central de un cigüeñal y que pasa a través de un eje de cilindro, y una culata de cilindro se representa en una sección tomada a lo largo de la línea I-I en la figura 3.

La figura 2 es una sección del motor de combustión interna de inyección directa de combustible representado en la figura 1 con el pistón colocado en el punto muerto superior, en la que el cilindro y el pistón se representan en una sección tomada a lo largo de un plano paralelo al eje rotacional central del cigüeñal y que pasa a través del eje de cilindro, y la culata de cilindro se representa en una sección tomada a lo largo de la línea II-II en la figura 3.

La figura 3 es una vista de la culata de cilindro según se ve en la dirección de la flecha III-III en la figura 1.

La figura 4 es una vista del pistón según se ve en la dirección de la flecha IV-IV en la figura 1.

La figura 5A representa una vista en sección, tomada a lo largo del mismo plano que en la figura 2, de una parte principal del motor de combustión interna de inyección directa de combustible en una carrera de compresión, en la que se representa un estado al tiempo de la inyección de combustible.

La figura 5B es una vista similar a la figura 5A, pero representa un estado al tiempo en el que se está generando un squish.

La figura 5C es una vista similar a la figura 5A, pero representa un estado cuando el pistón está en el punto muerto superior.

Mejor modo de llevar a la práctica la invención

A continuación se describirán realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos.

Con referencia a las figuras 1 y 2, un motor de combustión interna de inyección directa de combustible E al que se aplica la presente invención es un motor de combustión interna monocilindro, de cuatro tiempos, del tipo de encendido por chispa. El motor de combustión interna E incluye un cárter 1 que soporta rotativamente un cigüeñal 7, un cilindro 2 conectado al cárter 1, una culata de cilindro 3 conectada al extremo superior del cilindro 2, y una cubierta de culata 4 conectada al extremo superior de la culata de cilindro 3. Un pistón 5 montado en un agujero de cilindro 2a del cilindro 2 y capaz de movimiento alternativo gira el cigüeñal 7 mediante una biela 6. Como se representa en la figura 1, el motor de combustión interna E va montado en una motocicleta en un estado en el que el cilindro 2 situado hacia delante de la motocicleta con respecto al cigüeñal 7 está ligeramente inclinado hacia arriba de la motocicleta.

Entre el cilindro 2 y la culata de cilindro 3, y entre el pistón 5 y la culata de cilindro 3, se ha formado una cámara de combustión 8 que es un espacio cuyo volumen varía por el movimiento recíproco del pistón 5. La cámara de combustión 8 se define por una superficie de techo 30 constituida por la superficie de pared inferior de la culata de cilindro 3 en el lado de la culata de cilindro, y por una superficie superior 50 del pistón 5 y una superficie de pared 52 de una cavidad abierta 51 formada en su superficie superior 50 en el lado del pistón.

Con referencia también a la figura 3, la culata de cilindro 3 se ha formado con un paso de admisión 31 en comunicación con la cámara de combustión 8 mediante un par de orificios de admisión 31a abiertos en la superficie de techo 30, y un paso de escape 32 en comunicación con la cámara de combustión 8 mediante un orificio de escape 32a que se abre en la superficie de techo 30. La culata de cilindro 3 tiene un par de válvulas de admisión 9 para abrir y cerrar el par de orificios de admisión 31a respectivamente, una válvula de escape 10 para abrir y cerrar el orificio de escape 32a, una válvula de inyección de combustible 60, y una bujía de encendido 70 montada en ella.

La válvula de inyección de combustible 60 tiene un eje central L2 que es sustancialmente coincidente con un eje de cilindro L1 que es el eje central de la cámara de combustión 8. La válvula de inyección de combustible 60 está dispuesta en el centro de la superficie de techo 30, que es una zona alrededor del eje de cilindro L1, y, como representa la figura 5A, inyecta combustible desde una boquilla 62a en forma de un flujo de inyección 63 que tiene un eje central de inyección L4 orientado hacia el interior de la cavidad 51. La boquilla 62a tiene una porción de guía 62a1 en su extremo en una forma de un cuerpo giratorio formado de manera que sobresalga a la cámara de combustión 8. Cuando la porción de guía 62a1 es accionada y movida hacia abajo por una unidad de accionamiento, el flujo de inyección 63 es inyectado desde un orificio anular de inyección formado entre la porción superior de la porción de guía 62a1 y una porción de diámetro reducido 62b a lo largo de la porción de guía 62a1. Así se evita la difusión del flujo de inyección 63 inmediatamente después de ser expulsado de dicho orificio de inyección de modo que el ángulo de difusión sea pequeño, y el flujo de inyección 63 está conformado de forma sustancialmente análoga a un cuerpo rotatorio que tiene el eje central de inyección L4 coincidente con el eje central L2.

El par de válvulas de admisión 9, la válvula de escape 10, y la bujía de encendido 70 están dispuestas alrededor de la válvula de inyección de combustible 60 a intervalos en la dirección circunferencial alrededor del eje de cilindro L1. El par de válvulas de admisión 9 están dispuestas en un lado de admisión de la superficie de techo 30, que se divide en el lado de admisión y un lado de escape opuesto por un plano de referencia H que pasa a través del eje de cilindro L1 y que se extiende en paralelo con el eje rotacional central del cigüeñal 7. La válvula de escape 10 está dispuesta en el lado de escape del plano de referencia H. En la bujía de encendido 70, en dicho lado de escape se ha colocado una porción de encendido 71, en la que se generan chispas por descarga eléctrica entre electrodos.

Con referencia de nuevo a las figuras 1 y 2, un mecanismo operativo de válvula V para abrir y cerrar la válvula de admisión 9 y la válvula de escape 10 sincrónicamente con la rotación del cigüeñal 7 incluye un árbol de levas 11 soportado de forma rotativa por una porción lateral radial del cilindro 2 e incluyendo una excéntrica de admisión 11a y una excéntrica de escape 11b. El mecanismo operativo de válvula V incluye además un par de ejes de soporte 12 (el eje de soporte del seguidor de excéntrica de escape 13 se representa en la figura 2) fijados al cilindro 2, un seguidor de excéntrica de admisión adaptado para entrar en contacto con la excéntrica de admisión 11a y un seguidor de excéntrica de escape 13 adaptado para entrar en contacto con la excéntrica de escape 11b, que son soportados pivotantemente por los ejes de soporte 12, respectivamente. El mecanismo operativo de válvula V incluye además un brazo basculante de admisión 15 en contacto con los extremos distales de los vástagos de válvula del par de válvulas de admisión 9 y un brazo basculante de escape 16 en contacto con el extremo distal del vástago de válvula de la válvula de escape 10, que son soportados pivotantemente por un par de ejes basculantes 14 fijados a la culata de cilindro 3, respectivamente, y un par de vástagos 17 adaptados para entrar en contacto con dicho seguidor de excéntrica de admisión y el seguidor de excéntrica de escape 13, el brazo basculante de admisión 15, y el brazo basculante de escape 16 en sus dos extremos, respectivamente, para transmitir el movimiento pivotante del seguidor de excéntrica de admisión y el seguidor de excéntrica de escape 13 al brazo basculante de admisión 15 y el brazo basculante de escape 16, respectivamente.

El eje de excéntrica 11 se hace girar por la potencia del cigüeñal 7 a la mitad de la velocidad rotacional del cigüeñal 7 mediante un mecanismo de transmisión incluyendo un piñón excéntrico 18 y una cadena de distribución 19. La excéntrica de admisión 11a y la excéntrica de escape 11b que giran con el eje de excéntrica 11 hacen que dicho seguidor de excéntrica de admisión y el seguidor de excéntrica de escape 13 pivoten respectivamente, y el seguidor de excéntrica de admisión y el seguidor de excéntrica de escape 13 pivotantes hacen que el brazo basculante de admisión 15 y el brazo basculante de escape 16 basculen mediante el par de vástagos 17, respectivamente, de modo que el brazo basculante de admisión 15 y el brazo basculante de escape 16 abran y cierran el par de válvulas de admisión 9 y la válvula de escape 10, que son empujadas en la dirección de cierre de válvula por muelles de válvula, sincrónicamente con la rotación del cigüeñal 7 en tiempos predeterminados de apertura y cierre, respectivamente.

Con referencia a las figuras 1, 4 y 5A, la cavidad 51 es un rebaje sustancialmente cilíndrico que tiene un eje central L3, que es coincidente con el eje central L2 de la válvula de inyección de combustible 60. La cavidad 51 se define por la superficie de pared 52 incluyendo una superficie de pared inferior 52a y una superficie de pared periférica 52b. En la superficie superior 50 del pistón 5, una porción periférica 53 que está situada fuera de la abertura 51a de la cavidad 51 o, en este caso, una porción periférica sustancialmente anular 53 que tiene una anchura radial sustancialmente constante, se ha formado con una zona de squish de lado de pistón 54 que está enfrente o mira a una zona de squish 34, a describir más adelante, en la dirección del eje de cilindro (en la dirección vertical). La abertura 51a de la cavidad 51 está delimitada por una periferia interior 53a de la porción periférica 53. En esta realización, la abertura 51a es sustancialmente circular teniendo su centro coincidente con el eje central de inyección L4 o el eje central L3 de la cavidad 51 en vista en planta, y está situada sustancialmente en un plano ortogonal que es ortogonal al eje de cilindro L1.

La zona de squish 54 es una zona formada en la porción periférica 53 distinta de los rebajes 55 y 56 para evitar la interferencia con la válvula de admisión 9 y la válvula de escape 10, y que está inclinada hacia arriba de una periferia exterior 53b de la porción periférica 53 hacia el eje central de inyección L4 o la periferia interior 53a. La zona de squish 54 está formada por una parte de una superficie cónica formada alrededor del eje de cilindro L1. La periferia interior 53a está colocada en un plano que interseca el eje de cilindro L1, y, en esta realización, en un plano que es ortogonal al eje de cilindro L1.

Con referencia a las figuras 1, 3 y 5A, la superficie de techo 30 de la cámara de combustión 8 se ha formado con la zona de squish de lado de culata 34, que es una porción que está enfrente de la porción periférica 53 en la dirección vertical y que genera, en cooperación con la zona de squish 54, squish oblicuos 20 (figura 5B) que se describirán más tarde. La zona de squish 34 es una zona que se inclina hacia arriba de la periferia exterior 30b de la superficie de techo 30 hacia el eje central de inyección L4 o dicha porción central de la superficie de techo 30. La zona de squish 34 está compuesta por zonas dispuestas a intervalos en la dirección circunferencial entre los orificios de admisión dispuestos circunferencialmente 31a, los orificios de escape 32a y la bujía de encendido 70, y está formada por partes de una superficie cónica que forma la misma o sustancialmente la misma superficie cónica que la de la zona de squish 54 de manera que tenga la misma o sustancialmente la misma inclinación, respectivamente.

Más específicamente, la zona de squish 34 incluye, con respecto al plano de referencia H, una zona de lado de admisión 34a en la que están situados los orificios de admisión 31a, una zona de lado de escape 34b en la que está situado el orificio de escape 32a, y zonas intermedias primera y segunda 34c y 34d que se extienden a través del lado de admisión y el lado de escape de manera que intersequen el plano de referencia H. La zona de squish 54 correspondiente a la zona de squish 34 incluye una zona de lado de admisión 54a, una zona de lado de escape 54b, una primera zona intermedia 54c, y una segunda zona intermedia 54d que corresponden a la zona de lado de admisión 34a, la zona de lado de escape 34b, la primera zona intermedia 34c, y la segunda zona intermedia 34d, respectivamente.

En el proceso en el que el pistón 5 se aproxima al punto muerto superior en la última mitad de la carrera de compresión, como se representa en la figura 5B, el aire existente entre las zonas de squish 34 y 54 es empujado hacia el eje de cilindro L1 debido al efecto de estas dos zonas de squish inclinadas 34 y 54, y así se genera un squish oblicuo 20 en la porción periférica 53. El squish oblicuo 20 es un flujo de aire dirigido hacia arriba hacia el eje central de inyección L4, que es sustancialmente coincidente con el eje de cilindro L1 y tiene sustancialmente la misma inclinación que las zonas de squish 34 y 54. El squish oblicuo 20 se cambia a flujos de aire a lo largo de una porción opuesta 30a, que es una porción de la superficie de techo 30 situada hacia arriba de la abertura 51a y opuesta a ella.

La zona de lado de admisión 34a y la zona de lado de escape 34b, la primera zona intermedia 34c y la segunda zona intermedia 34d miran y forman pares con la zona de lado de admisión 54a y la zona de lado de escape 54b, y la primera zona intermedia 54c y la segunda zona intermedia 54d, respectivamente, en la dirección del eje central de inyección. Las cuatro zonas 34a, 34b, 34c, y 34d de la zona de squish 34 y las cuatro zonas 54a, 54b, 54c, y 54d de la zona de squish 54 están dispuestas sustancialmente en una forma de cruz en vista en planta, y así el squish oblicuo 20 se genera en forma de flujos dirigidos sustancialmente en cuatro direcciones hacia el eje central de inyección L4.

Con referencia ahora a la figura 2, una porción de la válvula de inyección de combustible 60 está montada en la culata de cilindro 3 y la porción restante de la válvula de inyección de combustible 60 está montada en la cubierta de culata 4. La válvula de inyección de combustible 60 es una válvula de inyección de mezcla de aire-combustible que inyecta combustible hacia la cavidad 51 en la cámara de combustión 8 como una mezcla de aire-combustible formada de combustible y aire a presión. La válvula de inyección de combustible 60 es controlada por una unidad electrónica de control, no representada, de modo que la mezcla de aire-combustible sea inyectada a la cámara de combustión 8 en un tiempo de inyección predeterminado y en una cantidad de combustible predeterminada, que se determinan según las condiciones operativas del motor, tal como la carga, la velocidad rotacional, y la cantidad de aire de admisión del motor E. El tiempo de inyección se pone a un tiempo predeterminado en la carrera de compresión para llevar a cabo una combustión estratificada en operación sin carga o en operación a carga baja y media del motor de combustión interna E, y se pone a un tiempo predeterminado en la carrera de admisión para llevar a cabo una combustión uniforme en operación a carga alta del motor de combustión interna E.

La válvula de inyección de combustible 60 incluye una primera válvula de inyección 61 encerrada en un primer cilindro de almacenamiento 40 formado en la cubierta de culata 4 para inyectar solamente combustible, y una segunda válvula de inyección 62 encerrada en su porción principal en un segundo cilindro de almacenamiento 33 formado en la culata de cilindro 3 para inyectar mezcla de aire-combustible incluyendo combustible inyectado por la primera válvula de inyección 61 y aire comprimido en forma de un flujo de inyección 63 que tiene el eje central de inyección L4 orientado desde la boquilla 62a hacia el interior de la cavidad 51. Como se representa en la figura 3, la boquilla 62a está dispuesta en el centro de la abertura 51a en vista en planta, es decir, en la posición coincidente con un punto de la abertura 51a a través de la que pasa el eje central L3. Con referencia a la figura 5A, el flujo de inyección 63 es inyectado de tal manera que las distancias entre la periferia 53a de la abertura 51a y la periferia exterior 63a del flujo de inyección 63 sean sustancialmente constantes en toda la longitud de la periferia 53a.

La porción de entrada de aire 62b de la segunda válvula de inyección 62 formada en su extremo superior está colocada en el primer cilindro de almacenamiento 40, y su porción restante se ha colocado en el segundo cilindro de almacenamiento 33. La boquilla 62a formada en el extremo distal de la porción de diámetro reducido 62b, que se ha de introducir en un agujero pasante de la culata de cilindro 3, está expuesta en la cámara de combustión 8. La primera válvula de inyección 61 está dispuesta con su boquilla 61b continuando desde la porción de admisión de aire 62b de modo que el eje central de la primera válvula de inyección 61 sea coincidente con el eje central L2 de la segunda válvula de inyección 62.

Entre el primer cilindro de almacenamiento 40, y la porción de admisión de aire 62b de la segunda válvula de inyección 62 y la boquilla 61a de la primera válvula de inyección 61, se ha formado una cámara anular de aire 44 sellada por un par de juntas estancas anulares 41 y 42 de manera que rodeen las válvulas de inyección primera y segunda 61 y 62, mientras que entre el primer cilindro de almacenamiento 40 y la primera válvula de inyección 61 y adyacente y encima de la cámara de aire 44 se ha formado una cámara anular de combustible 45 sellada por la junta estanca 42 y una junta estanca anular 43 de manera que rodeen las válvulas de inyección primera y segunda 61, 62.

Con referencia a las figuras 1 y 2, se suministra aire a alta presión a la cámara de aire 44. El aire a presión alta es comprimido por una bomba de aire Pa movida por el cigüeñal 7, transmitido desde el árbol de levas 11 y puesto a una presión constante predeterminada más alta que la presión ambiente por un aparato de regulación de presión. Por otra parte, se suministra combustible a alta presión a la cámara de combustible 45. El combustible a alta presión es bombeado por una bomba eléctrica de combustible (no representada) y puesto a una presión constante predeterminada más alta que la presión ambiente por el aparato de regulación de presión.

Con referencia a las figuras 3 y 5C, la porción de guía 62a1 de la boquilla 62a de la segunda válvula de inyección 62 y una porción de encendido 71 de una bujía de encendido 70 están diseñadas para colocarse en la cavidad 51 en una posición cerca de la superficie de pared inferior 52a que está a un nivel más bajo que la periferia interior 53a, cuando el pistón 5 está situado en el punto muerto superior. Además, la porción de encendido 71 está situada a un nivel más bajo que la porción de guía 62a1 de la boquilla 62a, que está expuesta en la cámara de combustión 8 en dicha porción central de la superficie de techo 30. Además, la porción de encendido 71 está situada, en vista en planta, en una posición más próxima a la boquilla 62a que la periferia interior 53a y entre la boquilla 62a y la periferia interior 53a. La porción de encendido 71 está diseñada para colocarse sustancialmente al mismo nivel que la abertura 51a o la periferia interior 53a, o en una posición ligeramente más alta que la abertura 51a, en el tiempo de encendido más avanzado. Por lo tanto, en los rangos de operación a carga baja y media, que se usan muy frecuentemente entre todo el rango operativo del motor de combustión interna E, la bujía de encendido 70 enciende la mezcla de aire-combustible cuando la porción de encendido 71 está en la cavidad 51.

Como se representa en la figura 5C, la cavidad 51 se ha formado de tal manera que una porción de la cavidad 51 que se solapa en vista en planta con la porción de encendido 71, sea más profunda que la porción restante de modo que se haga que la mezcla de aire-combustible que tiene una relación aire-combustible adecuada para una buena inflamabilidad, esté en la cavidad 51. Para ello, la superficie de pared inferior 52a está formada por un plano inclinado que se inclina de tal manera que su lado donde está la porción de encendido 71, en vista en planta, se ahonde gradualmente alejándose de una porción donde está el eje central L3 (véase la figura 4) o el eje central de inyección L4. Dado que la superficie de pared inferior 52a está construida por dicho plano inclinado, el flujo 63 inyectado desde la boquilla 62a y reflejado después de haber chocado en la superficie de pared inferior 52a tiene una componente de velocidad dirigida a la porción de encendido 71, se hace que la mezcla de aire-combustible que tiene buena inflamabilidad se recoja alrededor de la porción de encendido 71.

La mezcla de aire-combustible inyectada desde la válvula de inyección de combustible 60 en el rango operativo en el que se lleva a cabo la operación de carga estratificada, así como el squish oblicuo 20, se describirán con referencia a las figuras 5A, 5B y 5C.

En la figura 5A, la válvula de inyección de combustible 60 inyecta mezcla de aire-combustible en el período desde una etapa posterior de la primera mitad a una etapa anterior de la segunda mitad de la carrera de compresión de tal manera que su eje central de inyección L4 coincida con el eje central L3 de la cavidad 51. En este caso, la mezcla de aire-combustible es inyectada de modo que la periferia exterior 63a del flujo de inyección 63 esté dentro de la cavidad 51, o de modo que la periferia exterior 63a del flujo de inyección 63 en vista en planta esté dentro de la abertura 51a de la cavidad 51. En consecuencia, la mezcla de aire-combustible no choca contra la porción periférica 53, y es dirigida a la abertura 51a de la cavidad 51, especialmente la porción central cerca del eje central L3, según se ve en vista en planta.

Dado que la porción de guía 62a1 de la boquilla 62a está situada en la cavidad 51 cuando el pistón 5 está en el punto muerto superior, y la porción de guía 62a1 asume la posición más próxima a la cavidad 51 al tiempo de inyección, en comparación con la construcción en la que la porción de guía 62a1 está situada fuera de la cavidad 51 cuando el pistón 5 está en el punto muerto superior, se reduce la dispersión de la mezcla de aire-combustible en el extremo del flujo de inyección 63, por lo que se evita que la mezcla de aire-combustible sea pobre debido a difusión.

Con referencia ahora a la figura 5B, el squish oblicuo 20 dirigido oblicuamente hacia arriba hacia el eje central de inyección L4 se genera entonces encima de la porción periférica 53 por la acción de ambas zonas de squish 34 y 54 sustancialmente a la misma inclinación que las de las zonas de squish, cuando el pistón 5 se aproxima al punto muerto superior. El squish oblicuo 20 evita que la mezcla de aire-combustible (su forma se representa esquemáticamente en la figura por sombreado) se difunda radialmente hacia fuera desde dentro del interior de la cavidad 51, y también evita que la mezcla de aire-combustible existente fuera de la cavidad 51 se difunda radialmente hacia fuera. Además, el squish oblicuo 20 fluye a lo largo de la porción 30a de la superficie de techo 30, y por lo tanto la mezcla de aire-combustible existente fuera y hacia arriba de la cavidad 51 y alrededor del eje central de inyección raras veces es separada por el squish oblicuo 20.

Posteriormente, antes de que el pistón 5 llegue al punto muerto superior (véase la figura 5C), la mezcla de aire-combustible inflamada por la bujía de encendido 70 empieza a quemarse. Dado que se evita o suprime que la mezcla de aire-combustible sea difundida o separada por el squish oblicuo 20 cuando el pistón 5 asume la posición inmediatamente antes del encendido, la mezcla de aire-combustible queda sustancialmente dentro de la cavidad, como representa el sombreado de la línea de dos puntos y trazo en la figura 5C. La mezcla de aire-combustible que tiene una buena inflamabilidad está alrededor de la porción de encendido 71, y la porción de encendido 71 está

situada a un nivel más bajo que la porción de guía 62a1 de la boquilla 62a que está colocada en la cavidad 51 cuando el pistón 5 está en el punto muerto superior, por lo que la porción de encendido 71 toma la posición más próxima a la cavidad 51 en el tiempo de encendido. Por estas razones, se asegura el encendido en la zona en la que la magnitud de la difusión de la mezcla de aire-combustible es relativamente pequeña, y así se lleva a cabo un encendido fiable. Además, dado que hay poco gas final encima de la porción periférica 53 incluyendo la zona de squish 54 cuando el pistón está en el punto muerto superior, se evita la aparición de golpeteo.

Se describirá la operación y los efectos de la realización formada como se ha descrito anteriormente.

La válvula de inyección de combustible 60 del motor de combustión interna E inyecta mezcla de aire-combustible de modo que la periferia exterior 63a del flujo de inyección 63 esté dentro de la cavidad 51 durante la carrera de compresión. La zona de squish anular 54 se forma en la porción periférica 53 del pistón 5 y la zona de squish 34 se forma en la superficie de techo 30 de la cámara de combustión 8. El squish oblicuo 20 dirigido oblicuamente hacia arriba hacia el eje central de inyección L4 se genera encima de la porción periférica 53 por la cooperación de ambas zonas de squish 34 y 35. Dado que el squish oblicuo 20 generado entre la zona de squish 54 y la zona de squish 34 se dirige hacia el eje central de inyección L4, que es sustancialmente coincidente con el eje de cilindro L2, encima de la porción periférica 53, se evita o suprime la difusión de la mezcla de aire-combustible dirigida desde la cavidad 51 hacia el lado de la periferia exterior 53b de la porción periférica 53, por lo que se evita que la mezcla de aire-combustible se difunda ampliamente en toda la cámara de combustión 8. Además, dado que el squish oblicuo 20 genera flujos de aire dirigidos hacia arriba hacia el eje central de inyección L4 y que luego fluyen a lo largo de la porción opuesta 30a de la superficie de techo 30, la mezcla de aire-combustible que hay encima de la cavidad 51 no se separa, y por lo tanto se evita que la mezcla de aire-combustible que hay cerca de la bujía de encendido 70 sea pobre más allá de un rango combustible debido a la aparición de separación incluso cuando el tiempo de encendido coincide con el tiempo en el que la porción de encendido 71 asume una posición a un nivel más alto que la abertura 51a.

Como resultado, se asegura una buena inflamabilidad, se evita que la mezcla de aire-combustible sea descargada en un estado sin quemar, y así se mejora el consumo de combustible y la emisión de gases de escape. Además, se logra la formación de una capa gruesa de aire en toda la periferia de la cámara de combustión 8 alrededor de la cavidad 51, lo que da lugar a una reducción de la pérdida térmica debida a enfriamiento y por lo tanto a una mejora de eficiencia térmica, por lo que se mejora el consumo específico de combustible. Además, no hay que aumentar la altura de la superficie de pared 52 de la cavidad 51 en la dirección axial para evitar o suprimir la difusión radial de la mezcla de aire-combustible desde dentro de la cavidad 51, de modo que la llama dentro de la cámara de combustión se puede propagar bien, y así se puede reducir la capacidad de la cavidad 51. Por lo tanto, se puede mejorar la eficiencia térmica incrementando la relación de compresión debido a la reducción de la capacidad, lo que también contribuye a mejorar el consumo específico de combustible.

El flujo de inyección 63 está compuesto por la mezcla de aire-combustible conteniendo combustible y aire, y la válvula de inyección de combustible 60 inyecta la mezcla de aire-combustible de modo que las distancias entre la periferia interior 53a y la periferia exterior 63a del flujo de inyección 63 sean uniformes en toda la circunferencia de la periferia interior 53a. Por lo tanto, la mezcla de aire-combustible que está en un estado más combustible que en el caso donde el flujo de inyección 63 se compone solamente de combustible es inyectado con las distancias entre la periferia interior 53a y la periferia exterior 63a del flujo de inyección 63 sustancialmente iguales en toda la circunferencia de la periferia interior 53a, por lo que la mezcla de aire-combustible puede estar especialmente en dicho centro de la abertura 51a de la cavidad 51, y así el squish oblicuo 20 evita o suprime efectivamente la difusión y la separación de la mezcla de aire-combustible. Dado que el flujo de inyección 63 está compuesto por la mezcla de aire-combustible en el motor de combustión interna E en el que la mezcla de aire-combustible es inyectada a la cavidad 51, se mejora la combustibilidad y el squish oblicuo 20 evita o suprime positivamente la difusión y la separación de la mezcla de aire-combustible inyectada a la cavidad 51. Por lo tanto, se asegura una inflamabilidad excelente, y se logra una mejora del consumo específico de combustible y de la emisión de gases de escape.

Disponiendo la boquilla 62a en la posición que está encima del centro de la abertura 51a en vista en planta y colocando la porción de encendido 71 en la posición más próxima a la boquilla 62a que a la periferia interior 53a en vista en planta, la mezcla de aire-combustible cerca de la porción de encendido 71 apenas queda afectada por la mezcla de aire-combustible que deviene pobre debido al squish oblicuo 20, en comparación con el caso donde la porción de encendido 71 se coloca más próxima a la porción periférica 53 que a la boquilla 62a. Como consecuencia, la mezcla de aire-combustible puede estar en el centro de la abertura 51a de la cavidad 51, y la mezcla de aire-combustible de buena relación aire-combustible puede estar cerca de la porción de encendido 71 al mismo tiempo que se mitiga el efecto debido a que la mezcla de aire-combustible deviene pobre debido al squish oblicuo 20, por lo que se logra una mejora de la inflamabilidad y una mejora del consumo específico de combustible y la emisión de gases de escape.

Dado que la porción de encendido 71 se coloca en la cavidad 51 cuando el pistón 5 está situado en el punto muerto superior y la porción de encendido 71 está situada a un nivel más bajo que la porción de guía 62a1 de la boquilla 62a, la porción de guía 62a1 asume una posición más próxima a la cavidad 51 y así se evita la difusión de mezcla de aire-combustible. Además, dado que la porción de encendido 71 está situada a un nivel más bajo que la boquilla

5 62a en la cavidad 51 cuando el pistón 5 está en el punto muerto superior, asume una posición más próxima a la cavidad 51. Por lo tanto, cerca de la porción de encendido 71 está la mezcla de aire-combustible que se difunde desde dentro de la cavidad 51 en una extensión relativamente pequeña y tiene buena inflamabilidad. En consecuencia, se logra una mejora de la inflamabilidad y una mejora del consumo específico de combustible y de la emisión de gases de escape.

A continuación se describirán algunas construcciones en las que se modifican partes de la realización descrita anteriormente.

10 En la realización antes descrita, la porción periférica 53 está compuesta por parte de una superficie cónica y está inclinada uniformemente en direcciones radiales en el rango desde la periferia exterior 53b a la periferia interior 53a según se ve en una sección que pasa a través del eje, que es coincidente con el eje de cilindro L1. Sin embargo, también sería posible formar la porción periférica 53 de una parte de una superficie giratoria, cuyo lado adyacente a la periferia interior 53a esté inclinado, pero el lado adyacente a la periferia exterior 53b no esté inclinado en una
15 sección que pasa a través del eje. Alternativamente, la porción periférica 53 podría estar compuesta por una parte de una superficie rotatoria, cuyo lado adyacente a la periferia exterior 53b esté inclinado, pero el lado adyacente a la periferia interior 53a no está inclinado. Además, la porción periférica 53 también puede estar compuesta por una superficie rotativa incluyendo una parte de superficies inclinadas compuestas cuyo ángulo de inclinación aumenta de forma discontinua, o de una superficie rotativa incluyendo una superficie curvada cuyo ángulo de inclinación
20 aumenta de forma continua de la periferia exterior 53b hacia la periferia interior 53a en una sección que pasa a través del eje.

25 En las realizaciones descritas anteriormente, la válvula de inyección de combustible 60 es una válvula de inyección de mezcla de aire-combustible, y la mezcla de aire-combustible conteniendo combustible y aire es inyectada desde la válvula de inyección de combustible 60. Sin embargo, también se podría usar la construcción en la que solamente el combustible es inyectado desde la válvula de inyección de combustible como un flujo de inyección. Además, también se podría usar la construcción en la que el flujo de inyección incluyendo mezcla de aire-combustible, o el flujo de inyección incluyendo solamente combustible es inyectado desde un orificio de inyección dispuesto en el extremo de la boquilla.
30

35 El motor de combustión interna puede ser un motor multicilindro de combustión interna. El motor de combustión interna puede ir montado en vehículos distintos de las motocicletas. El motor de combustión interna puede ir montado no solamente en vehículos, sino también en motores fuera borda, o en otros equipos.

REIVINDICACIONES

1. Un motor de combustión interna de inyección directa de combustible incluyendo: un pistón (5) que tiene una cavidad (51) en su superficie superior, una culata de cilindro (3), una cámara de combustión (8) definida entre el pistón (5) y la culata de cilindro (3) y que tiene una superficie de techo (30) formada por una superficie interior de la culata de cilindro (3), una válvula de inyección de combustible (60) expuesta a la cámara de combustión (8), y una bujía de encendido (70) expuesta a la cámara de combustión (8) y que tiene una porción de encendido (71), donde la válvula de inyección de combustible (60) inyecta un combustible como un flujo de inyección (63) que tiene un eje central de inyección (L4) hacia un interior de la cavidad (51), donde dicha válvula de inyección de combustible (60) está configurada para inyectar el combustible de tal manera que una periferia exterior (63a) del flujo de inyección (63) esté dentro de dicha cavidad (51) durante una carrera de compresión; una zona de squish de lado de pistón (54) está formada en una zona periférica anular (53) de dicha superficie superior del pistón, hacia fuera de una abertura (51a) de dicha cavidad (51), incluyendo dicha zona de squish de lado de pistón (54) una parte que se inclina oblicuamente hacia arriba desde su periferia exterior (53b) en una dirección hacia dicho eje central de inyección (L4); dicha superficie de techo (30) tiene una zona de squish de lado de culata (34) formada en ella e incluyendo una parte que se inclina oblicuamente hacia arriba de una periferia exterior (30b) de la superficie de techo en una dirección hacia dicho eje central de inyección (L4); y dicha zona de squish de lado de pistón (54) y dicha zona de squish de lado de culata (34) están dispuestas de modo que cooperen una con otra para generar un squish oblicuo (20) que se dirige oblicuamente hacia arriba hacia dicho eje central de inyección (L4) encima de dicha zona periférica anular (53) y que se dirige a lo largo de una porción opuesta (30a) de dicha superficie de techo (30), que está situada enfrente de dicha abertura (51a); y dicha válvula de inyección de combustible (60) tiene en su porción de punta una porción de guía (62a1) de una boquilla que está dispuesta de modo que se coloque en dicha cavidad (51) cuando el pistón (5) esté en su posición de punto muerto superior;
- 25 **caracterizado** porque
- dicha porción de encendido (71) de la bujía de encendido (70) se coloca en dicha cavidad (51) cuando el pistón (5) está en un punto muerto superior y dicha porción de encendido (71) se coloca más próxima al pistón (5) que la válvula de inyección de combustible (60), y porque dicha válvula de inyección de combustible (60) tiene una boquilla (62a) con una porción de guía en forma de un cuerpo de revolución (62a1) para suprimir la difusión del flujo de inyección (63) e inyecta el combustible en forma de una mezcla de aire y el combustible de tal manera que las distancias entre la periferia (53a) de dicha abertura (51a) de la cavidad (51) y la periferia exterior (63a) del flujo de inyección (63) sean sustancialmente constantes en toda la longitud de la periferia (53a).
- 35 2. El motor de combustión interna de inyección directa de combustible según la reivindicación 1, donde dicha válvula de inyección de combustible (60) está dispuesta en una posición coincidente con un centro de dicha abertura (51a) según se ve en la dirección de dicho eje central de inyección (L4); y dicha porción de encendido (71) de la bujía de encendido (70) está situada más próxima a dicha válvula de inyección de combustible (60) que dicha periferia interior (53a) de la zona periférica (53) que define dicha abertura (51a).
- 40 3. El motor de combustión interna de inyección directa de combustible según la reivindicación 1 o 2, donde dicha válvula de inyección de combustible (60) es una válvula que inyecta el flujo de inyección (63) en forma de una mezcla de aire-combustible, y dicha válvula de inyección de combustible (60) está configurada para inyectar la mezcla de aire-combustible de modo que las distancias entre una periferia interior (53a) de dicha zona periférica (53) que define dicha abertura (51a) y la periferia exterior (63a) de dicho flujo de inyección (63) sean sustancialmente uniformes en toda la circunferencia de dicha periferia interior (53a) de la zona periférica.
- 45 4. El motor de combustión interna de inyección directa de combustible según la reivindicación 3, donde dicha periferia interior (53a) de la zona periférica (53) está sustancialmente en un plano que interseca dicho eje central de inyección (L4), y dicha cavidad (51) tiene una superficie de pared inferior (52a) que está formada por un plano inclinado que se inclina de tal manera que su lado donde está situada la porción de encendido (71), según se ve a lo largo del eje central de inyección (L4), se ahonde gradualmente alejándose de una porción donde está situado el eje central de inyección (L4).
- 50 5. El motor de combustión interna de inyección directa de combustible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde dicha zona de squish de lado de pistón (54) está formada en la zona periférica (53) distinta de los rebajes (55, 56) que están formados en la zona periférica (53) para evitar la interferencia con una válvula de admisión (9) y una válvula de escape (10), y donde dicha zona de squish de lado de pistón (54) incluye una zona de lado de admisión (54a) y una zona de lado de escape (54b), una primera zona intermedia (54c) y una segunda zona intermedia (54d), que están dispuestas en una disposición sustancialmente en forma de cruz según se ve en la dirección del eje central de inyección (L4), y dicha zona de squish de lado de culata (34) incluye una zona de lado de admisión (34a) y una zona de lado de escape (34b), una primera zona intermedia (34c) y una segunda zona intermedia (34d), que están dispuestas en una disposición sustancialmente en forma de cruz según se ve en la dirección del eje central de inyección (L4), por lo que se genera squish oblicuo en cuatro direcciones hacia el eje central de inyección (L4).
- 65

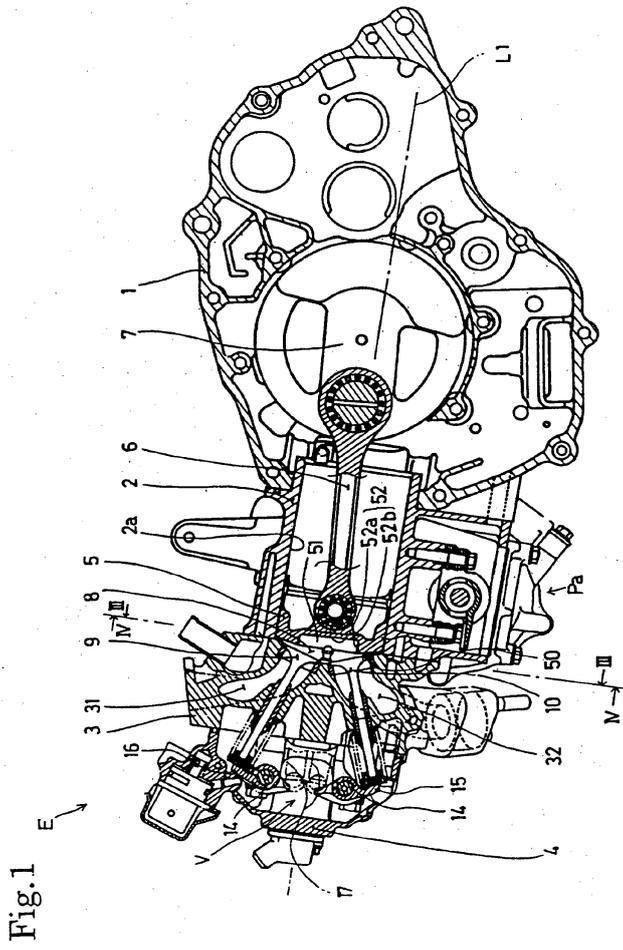


Fig.2

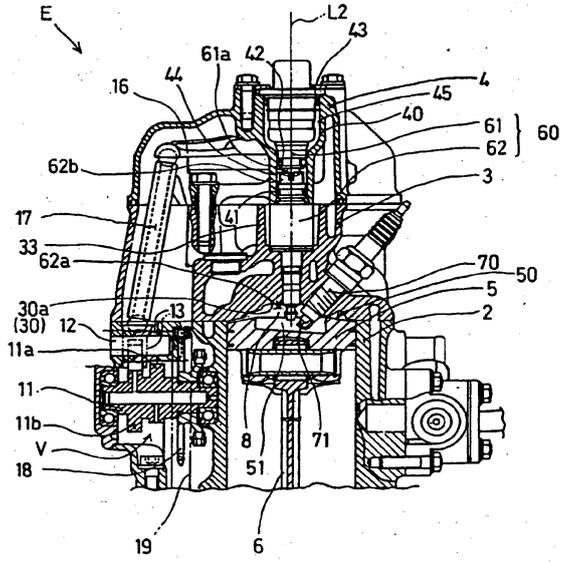


Fig.3

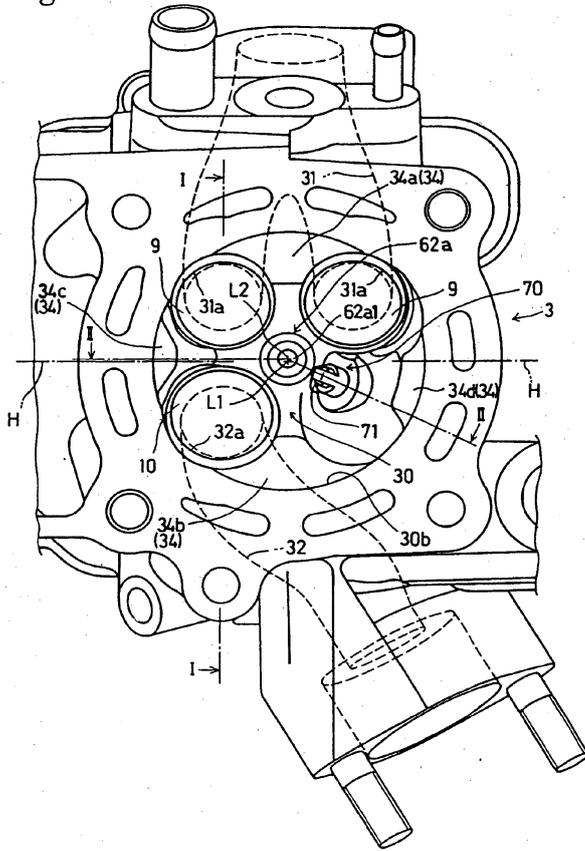


Fig.4

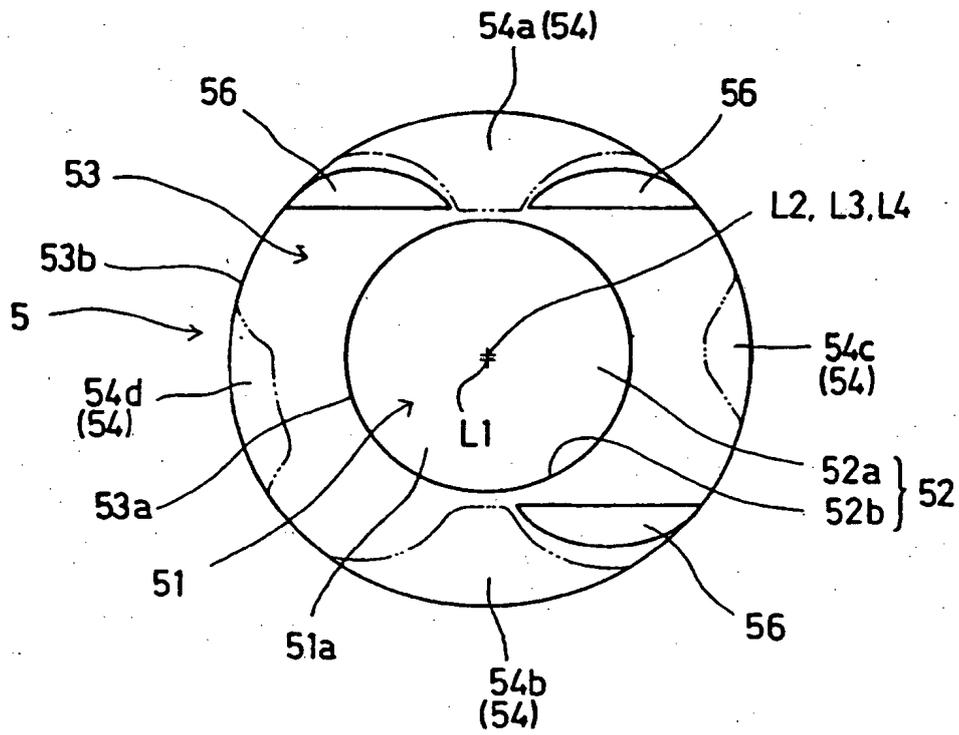


Fig.5A

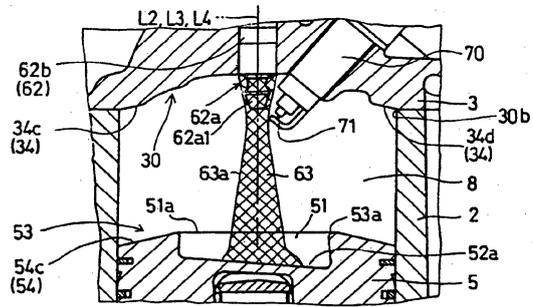


Fig.5B

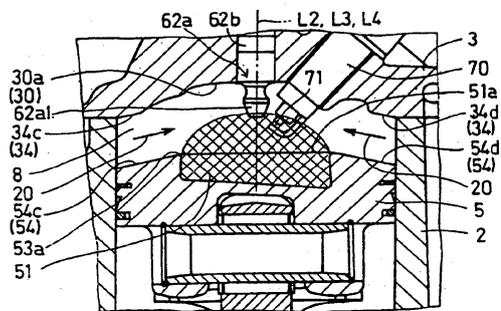


Fig.5C

