

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 094**

51 Int. Cl.:

F02B 23/10 (2006.01)

F02F 3/26 (2006.01)

F02M 61/14 (2006.01)

F02M 61/18 (2006.01)

F02P 13/00 (2006.01)

F02B 25/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2006 E 06747318 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2012 EP 1898064**

54 Título: **Motor de combustión interna de encendido por chispa y de inyección de cilindro**

30 Prioridad:

28.06.2005 JP 2005188182

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

13.03.2013

73 Titular/es:

**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (50.0%)
1, Toyota-cho,
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571, JP y
BOSCH CORPORATION (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ASHIZAWA, TAKESHI;
NOMURA, HIROSHI;
TOMINO, OSAMU;
MAEDA, KAORU;
MATSUMOTO, KEISUKE y
KUSHIDA, TAKEO**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 398 094 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

Motor de combustión interna de encendido por chispa y de inyección de cilindro.

5 **CAMPO TECNICO**

El presente invento se refiere a un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa.

TECNICA ANTERIOR

10 Por la técnica ya es conocida la combustión estratificada utilizando combustible inyectado en una carrera de compresión en forma de una mezcla combustible de aire y combustible en solo una parte del interior del cilindro, y el encendido y quemado de esta mezcla combustible de aire y combustible mediante una bujía como para permitir la inyección haciendo el ratio aire – combustible del interior del cilindro como un todo, mas pobre que el ratio esteoquímico de aire – combustible. En el momento de la combustión estratificada es necesario colocar la

15 abertura de la bujía en el interior de la mezcla combustible aire – combustible al ritmo de la ignición. Por eso, se propone el inclinar el combustible inyectado para formar la mezcla combustible de aire – combustible en la dirección de la bujía mediante una cavidad formada en la cara superior del pistón, pero debido a esto el ritmo de la inyección de combustible está limitado por la posición del pistón.

20 Para permitir ajustar el ritmo de inyección de combustible sin una limitación como esta se ha propuesto un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa diseñado para hacer que el combustible inyectado desde un inyector de combustible situado en el centro aproximado de la culata de cilindro forme una mezcla combustible de aire -combustible durante su vuelo por el interior del cilindro y que esta mezcla combustible de aire -combustible y que se provoque el encendido y el quemado de esta mezcla combustible de aire

25 – combustible mediante una bujía situada en el camino de vuelo del combustible inyectado de manera que se realice una buena combustión estratificada (por ejemplo, véase la Publicación de Patente japonesa (A) nº 2005 -105877, la Publicación de Patente japonesa (A) nº 9-209762, la Publicación de Patente japonesa (A) nº 11 -182247, la Publicación de Patente japonesa (A) nº 2004 -340040 y el documento US - 5960767.

30 En la técnica anterior el inyector de combustible inyecta combustible en una forma cónica hueca pero incluso si sólo se inyecta combustible de esta manera el combustible inyectado no formará una buena mezcla combustible de aire - combustible suficientemente mezclada con el aire de aspiración durante su vuelo antes de alcanzar la cara superior del pistón o el hueco del cilindro y no podrá realizarse una buena combustión estratificada como se ha diseñado.

35 Por lo tanto, un objeto del presente invento es presentar un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa en donde el combustible inyectado desde el inyector de combustible forme de manera fiable una buena mezcla combustible de aire -combustible durante el vuelo y se encienda y queme esta mezcla combustible de aire -combustible mediante una bujía para permitir la realización de una buena combustión estratificada.

40 **DESCRIPCIÓN DEL INVENTO**

El motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por bujía descrito en la reivindicación 1 del presente invento está provisto con un inyector de combustible para inyectar directamente combustible en el interior de un cilindro, una bujía que coloque un abertura de bujía en un camino de vuelo del

45 combustible inyectado desde el inyector de combustible, y una cavidad formada en una cara superior de pistón, en donde en el momento de la combustión estratificada el inyector de combustible inyecta sustancialmente todo el combustible en una dirección fundiéndose con un flujo turbulento, girando en una dirección longitudinal a lo largo de la cavidad durante la carrera de compresión a lo largo de la dirección de giro del flujo turbulento y utiliza la bujía para hacer que el combustible entre en ignición mientras que el combustible en el período final de inyección está pasando a través de la abertura de bujía.

El motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa descrito en la reivindicación 2 del presente invento presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 caracterizado porque la cavidad tiene

55 un bisel o un filete en el lado de entrada del flujo turbulento.

El motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa descrito en la reivindicación 3 del presente invento presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con inyección por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 caracterizado porque la cavidad está

60 inclinada hacia el lado de la válvula de escape en la cara superior del pistón y porque el flujo turbulento gira desde el lado de la válvula de escape de la cavidad hacia el lado de la válvula de admisión a lo largo de la pared interior de la cavidad.

El motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa descrito en la reivindicación 4 del presente invento presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de

5 combustible con inyección por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 caracterizado porque la bujía está provista con un electrodo de tierra de una sección transversal en forma de L teniendo una parte paralela sustancialmente paralela a una línea axial del cuerpo de la bujía y una parte vertical sustancialmente vertical a la línea axial del cuerpo de la bujía y que está dispuesta de manera que la parte paralela del electrodo de tierra está situada de cara al flujo turbulento en el lado aguas abajo del flujo turbulento.

10 El motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa descrito en la reivindicación 5 del presente invento presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con inyección por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 caracterizado porque el inyector de combustible inyecta todo el combustible directamente hacia el interior de la cavidad.

15 El motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa descrito en la reivindicación 6 del presente invento presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con inyección por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 caracterizado por que el inyector de combustible inyecta sustancialmente todo el combustible hacia una pared interior de un lado de entrada de flujo del flujo turbulento en la cavidad.

20 El motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa descrito en la reivindicación 7 del presente invento presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con inyección por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 caracterizado por que el combustible inyectado desde el inyector de combustible tiene una forma en sección transversal vertical a la línea central en la dirección de inyección de una línea quebrada en ángulo hacia arriba o la forma de una línea curva.

25 El motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa descrito en la reivindicación 8 del presente invento presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con inyección por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 caracterizado por que el volumen de la cavidad es seleccionado de manera que el ratio aire -combustible de la mezcla aire -combustible formada en la cavidad no será más rico que un ratio aire -combustible fijado.

30 De acuerdo con el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 1 del presente invento, en el momento de la combustión estratificada el inyector de combustible inyecta sustancialmente todo el combustible en una dirección que se funde con el flujo turbulento, que gira en una dirección longitudinal a lo largo de la cavidad durante la carrera de compresión, a lo largo de la dirección de rotación del flujo turbulento, así en particular, el combustible inyectado antes del periodo final de inyección está suficientemente mezclado con el flujo turbulento y forma una buena mezcla combustible aire - combustible en la cavidad. Debido a esto, si utilizando una bujía con un abertura de bujía situada en el camino de vuelo del combustible inyectado para hacer que el combustible entre en ignición mientras que durante el periodo final de inyección el combustible está pasando a través del abertura de bujía, la mezcla combustible de aire - combustible en el interior de la cavidad conectada con el combustible en el periodo final de inyección puede ser encendida y quemada con fiabilidad y se puede conseguir una buena combustión estratificada.

45 De acuerdo con el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 2 del presente invento, allí se presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 en donde la cavidad tiene un bisel o un filete en la cara de entrada de flujo del flujo turbulento, de manera que es posible suprimir la atenuación del flujo turbulento formada en el momento de la carrera de admisión y mantener un flujo turbulento relativamente fuerte incluso en el momento de la inyección de combustible en el momento de la combustión estratificada, esto es, la carrera de compresión. Se promueve la mezcla del combustible inyectado y el flujo turbulento de manera que esto es ventajoso para formar una buena mezcla combustible de aire -combustible en el interior de la cavidad.

50 De acuerdo con el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 3 del presente invento, allí se presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 en donde la cavidad está inclinada hacia el lado de la válvula de escape en la cara superior del pistón y el flujo turbulento es formado por un flujo turbulento que gira desde el lado de la válvula de escape de la cavidad hacia el lado de la válvula de aspiración, comparado así con un flujo turbulento inverso con una dirección de giro inversa, se puede formar más fácilmente un fuerte flujo turbulento.

60 De acuerdo con el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como se expone en la reivindicación 4 del presente invento, allí se presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 en donde la bujía está provista con un electrodo de tierra de una sección transversal en forma de L teniendo una parte paralela sustancialmente paralela a la línea axial del cuerpo de la bujía y una parte vertical sustancialmente vertical a la línea axial del cuerpo de la bujía y que está dispuesta de manera que la parte paralela del electrodo de tierra no

está situada mirando al flujo turbulento en el lado aguas abajo del flujo turbulento, de manera que el arco generado en el abertura de bujía no está obstruido por la parte paralela del electrodo de tierra y puede extenderse hacia el lado de aguas abajo junto con el flujo turbulento, el combustible puede entrar en encendido justo después de pasar la abertura de bujía y se puede mejorar la capacidad de encendido .

De acuerdo con el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 5 del presente invento, allí se presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 en donde el inyector de combustible está diseñado para inyectar todo el combustible hacia el interior de la cavidad. Debido a esto, es posible suprimir parte del combustible inyectado que llega a quedarse situado fuera de la cavidad de la cara superior del pistón y siendo lanzado por el escape como combustible sin quemar sin contribuir a la combustión.

De acuerdo con el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 6 del presente invento, allí se presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el expuesto en la reivindicación 5 en donde el inyector de combustible está diseñado para inyectar sustancialmente todo el combustible hacia la pared lateral de la cara de entrada del flujo turbulento de la cavidad. Debido a esto, al igual que en el momento de operación a baja velocidad si el flujo turbulento formado en la carrera de aspiración es relativamente débil y de acuerdo con esto sólo un flujo turbulento débil puede ser mantenido en la carrera de compresión si la mezcla de combustible inyectado y flujo turbulento llega a ser insuficiente, parte del combustible inyectado golpeará contra la pared lateral de la cara de aspiración de la cavidad, pero este combustible que hace impacto se evaporará debido al calor recibido, cuando se mueva a lo largo de la pared lateral de la cavidad y quedará suficientemente mezclado incluso con el flujo turbulento débil que se mueve a lo largo de la pared de aspiración de la cavidad para permitir la formación de una buena mezcla combustible aire -combustible en el interior de la cavidad.

De acuerdo con el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 7 del presente invento, allí se presenta el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 en donde el combustible inyectado desde el inyector de combustible tiene una forma, en sección transversal vertical a la línea central en la dirección de inyección, de una línea quebrada en ángulo hacia arriba o la forma de una línea curvada, de manera que el área de contacto del combustible inyectado y el flujo turbulento llega a ser mayor y la mezcla del combustible inyectado y del flujo turbulento llega a ser buena, de manera que incluso si la bujía no es tan larga en su longitud, la mezcla aire -combustible cerca de la bujía no llegará a ser pobre y se podrá realizar una combustión fiable.

De acuerdo con el motor de combustión interna tipo inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 8 del presente invento, allí se presenta el motor de combustión interna tipo inyección directa de combustible con encendido por chispa como el expuesto en la reivindicación 1 en donde el volumen de la cavidad está seleccionado de manera que el ratio aire -combustible de la mezcla aire -combustible formada en la cavidad no llegará a ser más rico que un ratio aire -combustible fijado, de manera que entonces es posible prevenir la generación de combustible no quemado debido al estado de sobrerriqueza.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS.

La Figura 1 es una vista en sección transversal longitudinal esquemática mostrando una configuración de un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa de acuerdo con el presente invento.

La Figura 2 es una vista ampliada de los alrededores de una bujía en el motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa de la figura 1.

La Figura 3 es una vista mostrando la disposición de los agujeros de inyector de un inyector de combustible.

La Figura 4 es una vista en sección transversal vertical al eje central de la dirección de inyección del combustible inyectado.

La Figura 5 es otra vista en sección transversal vertical al eje central de la dirección de inyección del combustible inyectado.

MEJOR MODO DE LLEVAR A CABO EL INVENTO

La figura 1 es una vista en sección transversal longitudinal esquemática de una configuración de un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa de acuerdo con el presente invento. En la figura, 1 es un inyector de combustible situado en el centro aproximado de la parte superior de un cilindro para inyectar combustible directamente en el cilindro, y 2 es una bujía situada en el lado de la válvula de escape en la proximidad del inyector 1 de combustible. Este motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa tiene dos válvulas de admisión y dos válvulas de escape. La figura 1 es una vista en sección transversal que pasa entre las 2 válvulas de admisión y las 2 válvulas de escape, por lo que no se muestran las válvulas de admisión y las válvulas de escape. En la figura 1 el lado izquierdo es el lado de la válvula de admisión. El lado derecho es el lado de la válvula de escape.

3 es un pistón en cuya cara superior hay formada una cavidad 3a inclinada hacia el lado de la válvula de escape. La cavidad 3a tiene una cara interior de pared lisa adecuada para guiar el flujo turbulento. Es para guiar a lo largo de la pared interior el flujo turbulento formado en el interior del cilindro durante la carrera de aspiración de manera que se previene cualquier atenuación mayor hasta el período final de la carrera de compresión. El aire de entrada aspirado desde una puerta de aspiración (no mostrada) forma generalmente un flujo turbulento que gira en el cilindro cayendo por el lado de la válvula de escape y ascendiendo por el lado de la válvula de admisión, de manera que inclinando la cavidad 3a hacia el lado de la válvula de escape de la cara superior del pistón, el flujo turbulento gira fácilmente a lo largo de la pared interior de la cavidad 3a. Esto es ventajoso para suprimir la atenuación del flujo turbulento. Además para permitir al flujo turbulento que fluya fácilmente al interior de la cavidad 3a, la cavidad 3a esta prevista con un filete 3b o un bisel en el lado de entrada de flujo del flujo turbulento, esto es, el lado de la válvula de escape.

Cuando la carga del motor es un valor fijado o superior, este motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa utiliza el inyector de combustible 1 para inyectar combustible en la carrera de aspiración y forma una mezcla homogénea aire -combustible en el interior del cilindro como un todo para una combustión homogénea o inyecta el combustible durante la carrera de compresión dividido en varias partes para una combustión estratificada. Por el contrario, cuando la carga del motor es menor que el valor fijado, utiliza el inyector de combustible 1 para inyectar combustible durante la última mitad de la carrera de compresión para una combustión estratificada. La "combustión estratificada" forma una mezcla combustible de aire -combustible en la parte exacta del interior del cilindro y promueve el encendido y el quemado de esta mezcla combustible aire -combustible. En el interior del cilindro, como un todo, puede llegar a ser posible una combustión más pobre que el ratio esteoquímico aire -combustible. Además con un incremento relativo del grado de apertura de la válvula de estrangulación o incrementando la cantidad de recirculación del gas de escape, se reduce la pérdida por explosión. Esto es ventajoso para reducir el consumo de combustible.

El inyector de combustible de este motor de combustión interna tipo inyección directa de combustible con encendido por chispa está diseñado para inyectar sustancialmente todo el combustible F en una dirección que se funde dentro del flujo turbulento, girando como torbellino en dirección longitudinal a lo largo de la cavidad 3a en la última mitad de la carrera de compresión, a lo largo de la dirección de giro del flujo turbulento T. Además la bujía 2 está situada como para colocar el abertura de bujía 2a en el camino de vuelo del combustible F inyectado en este camino desde el inyector de combustible.

Si haciendo ignición el combustible F exactamente después de que la cantidad entera de combustible F determinada por la carga del motor haya sido inyectada, en el momento del encendido, el combustible al final del periodo de inyección pasará a través de la abertura de bujía 2a de la bujía 2 situada en el interior del camino de vuelo del combustible F inyectado., de manera que el combustible puede ser llevado a ignición de manera fiable al final del periodo de inyección. Por otra parte, el combustible inyectado antes del periodo final de inyección conectado con el combustible del periodo final de inyección ha estado presente durante un corto lapso de tiempo después de fundirse con el flujo turbulento a lo largo de la dirección de torbellino del flujo turbulento, de esta manera está suficientemente mezclado con el flujo turbulento resultando en una buena mezcla combustible de aire – combustible presente en el interior de la cavidad 3a. La llama de combustible en el periodo final de inyección se propaga y el combustible se quema bien. De esta manera se puede conseguir una buena combustión estratificada. Para hacer de manera fiable que la llama de combustible en el periodo final de inyección se propague al combustible del periodo inicial de inyección es preferible inyectar continuamente combustible desde el inyector de combustible. Sin embargo si una extensión de la llama del combustible en el período final de inyección no obstruye que se propague al combustible del periodo inicial de inyección, también es posible inyectar combustible intermitentemente para proporcionar uno o más intervalos en la inyección de combustible. Si de esta manera se proporcionan intervalos en la inyección de combustible el momento de inicio de la inyección de combustible avanza incluso para inyectar la misma cantidad de combustible y el tiempo desde el momento de inicio de la inyección de combustible hasta el encendido llega a ser más largo, con lo que se promueve aun más la mezcla de combustible en el período inicial de inyección y el flujo turbulento y se puede efectuar mejor la combustión estratificada.

En la configuración presente el combustible inyectado antes del periodo final de inyección se funde junto con el flujo turbulento en la cavidad 3a de la cara superior del pistón como la mezcla combustible aire -combustible, de manera que no se producirá una amplia dispersión en el interior del cilindro y no se formará una mezcla pobre aire -combustible difícil de quemar. Esto es ventajoso para la realización de una buena combustión estratificada. Además si la cavidad 3a es muy pequeña en volumen la mezcla aire -combustible formada en el interior de la cavidad 3a llegar a ser más rica que el ratio aire -combustible fijado. Debido a este sobre-enriquecimiento, no se puede realizar una buena combustión estratificada y termina por producirse una cantidad relativamente grande de combustible sin quemar. Debido a esto el volumen de la cavidad 3a esta ajustado con respecto a la máxima cantidad de inyección de combustible en el momento de la combustión estratificada, de manera que el ratio aire -combustible de la mezcla aire -combustible formada en el interior de la cavidad 3a por el combustible inyectado antes del periodo final de inyección no llegará a ser más rica que un ratio aire –combustible fijado.

En este sentido el electrodo de tierra de la bujía 2 tiene generalmente una sección transversal en forma de L teniendo una parte paralela 2b sustancialmente paralela a la línea axial del cuerpo de la bujía y una parte vertical 2c sustancialmente vertical a la línea axial del cuerpo de la bujía. Cuando se coloca la abertura de bujía 2a de la bujía 2 en el interior del camino de vuelo del combustible inyectado F la bujía esta preferiblemente dispuesta de manera que la parte paralela 2b del electrodo de tierra no está colocada de cara al flujo turbulento en el lado aguas abajo del flujo turbulento.

La figura 2 es una vista ampliada en la proximidad de una bujía 2. En la figura 2 la bujía 2 está dispuesta para que la parte paralela 2b del electrodo de tierra esté situada en el lado aguas arriba del flujo turbulento. Debido a esto el arco A generado en el abertura de bujía 2a puede extenderse al lado de aguas abajo con el flujo turbulento puesto que el lado aguas abajo del flujo turbulento en el abertura de bujía 2a no está cerrado por la parte paralela 2a del electrodo de tierra, el combustible F puede ser encendido justo después de haber pasado a través del abertura de bujía 2a y se puede mejorar la capacidad de encendido.

En la figura 1, la bujía 2 está dispuesta de manera que la parte paralela 2b del electrodo de tierra llega a ser paralela con el flujo turbulento y, además, la parte vertical 2c del electrodo de tierra llega a ser vertical al flujo turbulento. Incluso con una disposición como esta, el lado aguas abajo del flujo turbulento en el abertura de bujía 2a no quedará cerrado por la parte paralela 2b del electrodo de tierra de manera que el arco A generado en el abertura de bujía 2a puede extenderse al lado aguas abajo junto con el flujo turbulento y el combustible F puede ser encendido justo después de haber pasado a través del abertura de bujía 2a. Además, el combustible inyectado F pasa a través de la abertura de bujía 2a de la bujía 2 desde el lado aguas arriba del flujo turbulento T, de manera que si se coloca el electrodo de tierra de la bujía 2 como se muestra en la figura 2 la parte paralela 2b del electrodo de tierra situada en el lado aguas arriba del flujo turbulento terminaría reduciendo la cantidad de combustible que pasa a través de la abertura de bujía 2a de la bujía 2. Debido a esto, la disposición del electrodo de tierra de la bujía 2 en la figura 1 y la disposición del electrodo de tierra girado 180° alrededor de la línea axial del cuerpo de la bujía son ambos preferiblemente para la extensión del arco A al lado aguas abajo del flujo turbulento y el paso del combustible inyectado a través del abertura de bujía 2a.

Además la dirección de la inyección de combustible del inyector de combustible 1 se hace en una dirección que se funde con el flujo turbulento, girando en dirección longitudinal a lo largo de la cavidad 3a en la última mitad de la carrera de compresión, a lo largo de la dirección de giro del flujo turbulento T, pero la dirección de extensión de la dirección de inyección de combustible está hecha preferiblemente en el interior de la cavidad 3a. Debido a esto, cuando, como en el momento de operación a baja velocidad, el flujo turbulento formado en la carrera de admisión es relativamente débil y según esto sólo un flujo turbulento débil se mantiene en la carrera de compresión y el combustible inyectado no puede ser dirigido suficientemente en el interior de la cavidad 3a puesto que sustancialmente todo el combustible es inyectado hacia el interior de la cavidad 3a, es posible contener parte del combustible inyectado que queda situado por fuera de la cavidad 3a de la cara superior del pistón y que sea lanzado al escape como combustible sin quemar sin contribuir a la combustión.

Además la dirección de extensión de la dirección de inyección de combustible del inyector de combustible 1 está hecha más preferiblemente por la pared lateral de la cara de admisión del flujo turbulento en el interior de la cavidad 3a, en el caso del la presente configuración la pared lateral 3c en el lado de la válvula de escape de la cavidad 3a. Haciendo esto incluso cuando sólo se puede mantener un flujo turbulento débil durante la carrera de compresión, parte del combustible inyectado es mezclado insuficientemente con el flujo turbulento, golpea contra la pared lateral del lado de la válvula de escape de la cavidad 3a debido a su propia fuerza de penetración y continua en la misma dirección que el flujo turbulento a lo largo de la pared lateral de la cavidad 3a. De esta manera esté combustible que choca se vaporiza utilizando el calor de la cavidad 3a y queda suficientemente mezclado incluso con un flujo turbulento débil para permitir la formación de una mezcla combustible aire -combustible en el interior de la cavidad 3a. De la misma manera que anteriormente el combustible en el período final de inyección puede ser encendido para realizar una buena combustión estratificada.

Sin embargo en la presente configuración el inyector de combustible 1 tiene múltiples (seis) agujeros 1a de inyector redondos situados en un arco superior abovedado como se muestra en la figura 3 y está diseñado de tal manera que el combustible es inyectado de una manera columnar desde cada agujero 1a de inyector. Los chorros de combustible con forma columnar tienen una fuerza de penetración relativamente fuerte y en general una fuerza de fricción fuerte con el aire de admisión (flujo turbulento) durante el vuelo, de manera que quedan atomizados por la fuerza de fricción y pasan a quedar combinados como un todo. El chorro combustible combinado de esta manera, como se muestra en la figura 4, tiene una forma en sección transversal vertical al eje central en la dirección de inyección que es una forma curvada en bóveda por la parte superior.

El chorro de combustible F que tiene esta forma curvada o una sección transversal de forma de línea quebrada en ángulo tal como se muestra en la figura 5 tiene un gran área de contacto con el flujo turbulento, de manera que se mezcla más fácilmente con el flujo turbulento. Además si se hace que la parte superior con la forma quebrada en ángulo hacia arriba o con la forma de la línea curvada el chorro de combustible pase a través de la abertura de bujía 2a de la bujía 2, puesto que otras partes del chorro de combustible están situadas por debajo de la parte superior,

no chocarán contra el fondo de la culata de cilindro. Colocando la abertura de bujía 2a en el camino de vuelo del combustible F inyectado es posible, por tanto, hacer que la longitud de la bujía 2 proyectada desde el fondo de la culata de cilindro sea relativamente pequeña.

5 Es posible conseguir un chorro de combustible similar incluso utilizando agujeros de inyector en forma de línea quebrada en ángulo hacia arriba o en forma de hendidura lineal curvada en lugar de los múltiples agujeros 1a redondos de inyector. En el caso de múltiples agujeros 1a redondos de inyector, haciendo los agujeros 1a de inyector mirando ligeramente hacia el exterior y haciendo el ancho total W y la altura total H del chorro S de combustible soplando hacia el exterior, el área de contacto con el flujo turbulento aumenta aún más y la mezcla con el flujo de turbulento puede hacerse mejor. Por supuesto incluso con un chorro F de combustible soplando hacia el exterior sustancialmente todo el combustible es inyectado hacia el interior de la cavidad 3a, más preferiblemente es inyectado hacia la pared lateral 3c de la cara de admisión del flujo turbulento en la cavidad 3a.

15 La presente configuración está diseñada para inyectar todo el combustible inyectado F hacia el interior de la cavidad 3a, preferiblemente hacia la pared 3c del lado de la válvula de escape de la cavidad 3a, pero problemas serios tal como los fallos de encendido no ocurren en el caso del método de combustión estratificada dirigiendo el combustible inyectado al interior de la cavidad en la dirección de la bujía en forma de una mezcla combustible de aire - combustible, de manera que esto no es absoluto. Además como se ha explicado arriba, el caso en el que es necesario inyectar todo el chorro de combustible F en el interior de la cavidad 3a o hacia la pared lateral 3c en el lado de la válvula de escape de la cavidad 3a ocurre con la operación del motor a baja velocidad en donde en el interior del cilindro sólo se forma un flujo turbulento débil, de manera que también es posible controlar el ritmo de inyección de combustible de acuerdo con el campo de la posición del pistón exactamente en ese momento.

25 En la presente configuración el flujo turbulento formado en el cilindro estaba formado por un flujo turbulento hacia delante cayendo por el lado de la válvula de escape y ascendiendo por el lado de la válvula de admisión, pero también es posible presentar una pared máscara en el lado de la válvula de escape por la parte de la puerta de entrada abriéndose en el interior del cilindro, etc. de manera que en el interior del cilindro se forme un flujo turbulento inverso cayendo por el lado de la válvula de admisión y ascendiendo por el lado de la válvula de escape.

30 En este caso la cavidad de la cara superior de pistón está inclinada hacia el lado de la válvula de admisión y el lado de entrada de flujo del flujo turbulento de la cavidad llega a ser el lado de la válvula de admisión. Además la bujía está dispuesta en el lado de la válvula de admisión cerca del inyector de combustible.

LISTA DE NÚMEROS DE REFERENCIA

35	1	inyector de combustible
	2	bujía
40	2	pistón
	3a	cavidad
	T	flujo turbulento
45	F	combustible inyectado

REIVINDICACIONES

1. Un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa provisto con
- 5 un inyector de combustible (1) para inyectar directamente combustible en el interior de un cilindro, una bujía (2) que coloca una abertura de bujía en un camino de vuelo del combustible inyectado desde el mencionado inyector de combustible (1), y una cavidad (3a) formada en una cara superior de pistón,
- caracterizado porque**
- 10 en el momento de la combustión estratificada el mencionado inyector de combustible (1) inyecta sustancialmente todo el combustible de manera que se fusiona con un flujo turbulento (T), que gira en una dirección longitudinal a lo largo de la mencionada cavidad (3a) durante la carrera de compresión, a lo largo de la dirección de giro del mencionado flujo turbulento (T) y la mencionada bujía (2) enciende el combustible (S) que está siendo inyectado en el período final de inyección mientras que está pasando a través de la mencionada abertura de bujía (2a).
- 15 2. Un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 1, **caracterizado porque** la mencionada cavidad (3a) tiene un bisel o un filete (3b) en el lado de entrada del mencionado flujo turbulento (T).
- 20 3. Un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 1, **caracterizado porque** la mencionada cavidad (3a) esta inclinada hacia el lado de la válvula de escape en la cara superior de pistón y **porque** el mencionado flujo turbulento (T) gira desde el lado de la válvula de escape de la mencionada cavidad (3a) hacia el lado de la válvula de admisión a lo largo de la pared de entrada de la mencionada cavidad.
- 25 4. Un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 1, **caracterizado porque** la mencionada bujía (2) está provista con un electrodo de tierra de una sección transversal en forma de L teniendo una parte paralela (2b) sustancialmente paralela a una línea axial del cuerpo de la bujía y una parte vertical (2c) sustancialmente vertical a la línea axial del cuerpo de la bujía y está situada de manera que la mencionada parte paralela del mencionado electrodo de tierra no está
- 30 orientada hacia el mencionado flujo turbulento (T) por el lado aguas abajo del mencionado flujo turbulento (T).
5. Un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 1, **caracterizado porque** el mencionado inyector de combustible (1) inyecta sustancialmente todo el combustible hacia el interior de la mencionada cavidad (3a).
- 35 6. Un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 5, **caracterizado porque** el mencionado inyector de combustible (1) inyecta sustancialmente todo el combustible hacia una pared interior (3c) de un lado de entrada del mencionado flujo turbulento (T) en la mencionada cavidad (3a).
- 40 7. Un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 1, **caracterizado porque** el combustible inyectado desde el mencionado inyector (1) tiene una forma en sección transversal vertical a la línea central en la dirección de inyección de una línea quebrada en ángulo hacia arriba o en forma de línea curvada.
- 45 8. Un motor de combustión interna del tipo de inyección directa de combustible con encendido por chispa como el presentado en la reivindicación 1, **caracterizado porque** el volumen de la mencionada cavidad, por lo que respecta a la máxima cantidad de inyección de combustible en el momento de la combustión estratificada, es seleccionado de manera que el ratio aire-combustible de la mezcla aire-combustible formada en la mencionada cavidad no llegará
- 50 a ser mas rico que un ratio aire-combustible fijado.

Fig.1

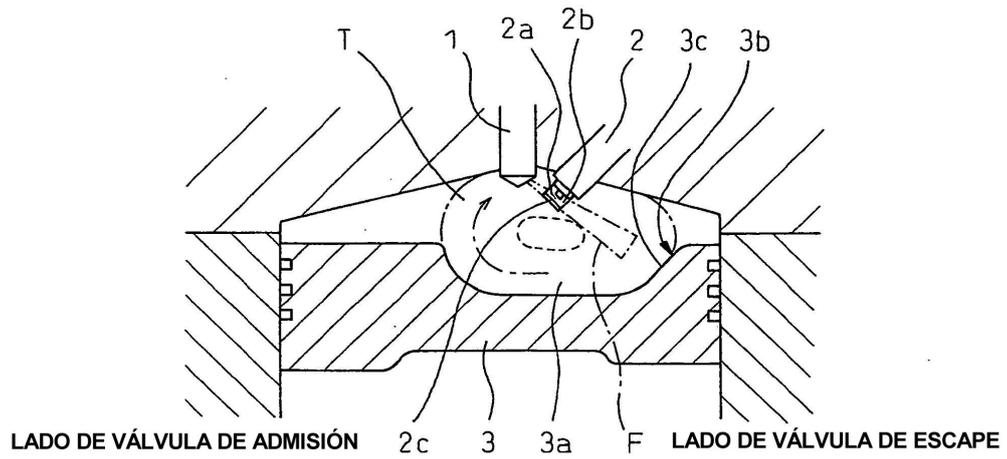


Fig.2

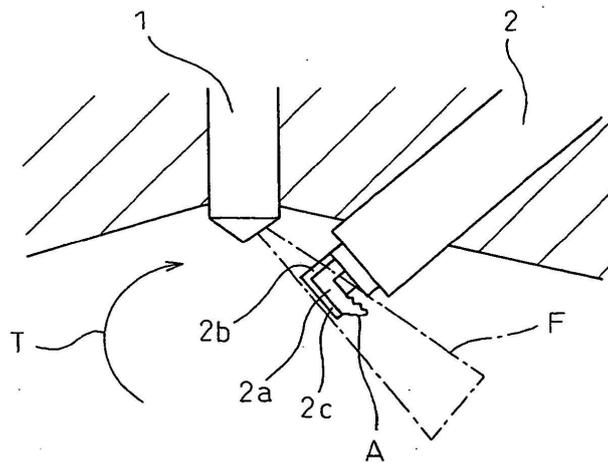


Fig.3

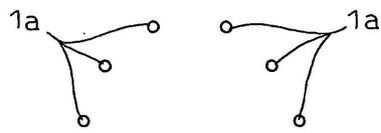


Fig.4

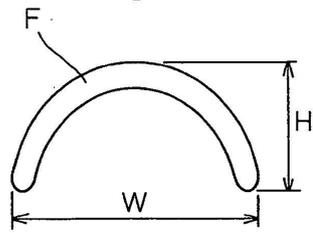


Fig.5

