

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 507**

51 Int. Cl.:

**F02F 3/00** (2006.01)

**F02B 23/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2011 E 11705170 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.11.2014 EP 2536929**

54 Título: **Un pistón posicionado para movimiento de vaivén en un cilindro de motor de combustión**

30 Prioridad:

**18.02.2010 SE 1000163**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.01.2015**

73 Titular/es:

**VOLVO TECHNOLOGY CORPORATION (100.0%)  
405 08 Göteborg, SE**

72 Inventor/es:

**EISMARK, JAN y  
BALTHASAR, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 527 507 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

Un pistón posicionado para movimiento de vaivén en un cilindro de motor de combustión

## 5 CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un dispositivo para controlar el proceso de combustión en un motor de combustión. La invención se refiere a dicho dispositivo para reducir especialmente las emisiones de hollín pero también las de monóxido de carbono y de hidrocarburos en motores de combustión en los cuales la mezcla de combustible / gas del cilindro se enciende por el calor de compresión generado en el cilindro.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION:

Las partículas de hollín (o material particulado) son un producto que, durante la combustión, se pueden tanto formar como posteriormente oxidar en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La cantidad de partículas de hollín medida en los gases de escape es la diferencia neta entre el hollín formado y el hollín oxidado. El proceso es muy complicado. Una combustión con una mezcla de combustible / gas del cilindro rica en combustible, con un mezclado pobre a temperaturas altas produce una elevada formación de hollín. Si las partículas de hollín formado se pueden juntar con sustancias oxidante tales como átomos de oxígeno (O), moléculas de oxígeno (O<sub>2</sub>), hidróxido (OH) a unas temperaturas suficientemente altas para una relación de oxidación buena, entonces se puede oxidar una mayor parte de las partículas de hollín. En un motor diésel, el proceso de oxidación se considera que está en el mismo orden de magnitud que la formación, lo cual significa que la producción neta de hollín es la diferencia entre la cantidad formada de hollín y la cantidad oxidada de hollín. La emisión neta de hollín puede estar por lo tanto influenciada primero por la reducción de la formación de hollín y segundo por el incremento de la oxidación del hollín. Las emisiones de monóxido de carbono (CO) y emisiones de hidrocarburos (HC) normalmente son muy bajas desde un motor diésel. Los porcentajes pueden subir todavía si el combustible sin quemar acaba en regiones relativamente frías o regiones de estancamiento. Las regiones con un enfriamiento intenso se pueden situar cerca de la pared del cilindro. Un ejemplo en donde puede surgir una zona de estancamiento, es donde dos frentes de llama en progresión colisionan o donde un frente de llama en progresión colisiona con una pared del pistón.

Los óxidos de nitrógeno (NOx) se forman a partir del contenido de nitrógeno en el aire en un proceso térmico que tiene una fuerte dependencia de la temperatura y depende del tamaño del volumen calentado y la duración del proceso.

A un proceso de combustión en el cual el combustible se inyecta directamente en el cilindro y que se enciende por la temperatura y la presión incrementadas en el cilindro, se le refiere en general como el ciclo diésel. Cuando se enciende el combustible en el cilindro, los gases de combustión presentes en el cilindro experimentan un mezclado turbulento con el combustible que está quemando, de manera que se forma una llama de difusión controlada por la mezcla. La combustión de la mezcla de combustible / gas en el cilindro proporciona un incremento en la generación de calor, lo cual provoca que se expanda el gas en el cilindro y que por lo tanto provoque que el cilindro se mueva en el cilindro. Dependiendo de un número de parámetros, tales como la presión de inyección del combustible, la cantidad de gases de escape recirculados al cilindro, el tiempo de inyección del combustible y la turbulencia existente en el cilindro, se obtienen diferentes valores de eficiencia y emisiones del motor.

A continuación sigue un ejemplo de una instalación del estado de la técnica que intenta reducir tanto las partículas como las emisiones de NOx mediante el control de la llama, y que trata de frenar la "compensación" bien conocida entre las emisiones de hollín y las emisiones de óxido de nitrógeno, lo cual es típico del motor diésel, y es difícil influir sobre dicha "compensación". La mayoría de medidas que reducen las emisiones de hollín incrementan las emisiones de óxido de nitrógeno.

El documento WO2009/058055 divulga un motor de combustión con una cámara de combustión que comprende un pistón, un inyector con una pluralidad de orificios dispuestos para inyectar frentes de pulverizado / llama, que impactan sobre una sección de rebaje externa de pistón durante la mayor parte de la inyección. Entre las áreas de impacto del frente de pulverizado / llama y en un plano sensiblemente perpendicular al movimiento de vaivén del pistón están dispuestos un primer tipo de protuberancias que sobresalen en la cámara de combustión, que tienen un forma suave para conservar la energía cinética en la llama y para redirigir el progreso de la llama circular principalmente hacia un eje central del pistón con la mínima interacción de llama a llama. Un segundo tipo de protuberancias están dispuestas en las áreas de impacto, estando adaptadas para redirigir el progreso de la llama a una dirección circular de progreso de la llama en un plano sensiblemente perpendicular a dicho movimiento de vaivén del pistón y con una interacción mínima entre la llama y la pared de pistón y una pérdida mínima de energía cinética.

Dicho primer tipo de protuberancias funciona bien en relación a la minimización de la pérdida de energía cinética en el frente de llama, pero la forma del primer tipo de protuberancias de acuerdo con la técnica anterior no es óptima cuando se trata de controlar el progreso del frente de llama.

De este modo, hay una necesidad para lograr una forma más óptima de dicho primer tipo de protuberancias (denominadas en lo sucesivo sólo como "protuberancias").

SUMARIO DE LA INVENCION

5 Es, en consecuencia, un objeto de la presente invención superar las deficiencias de la técnica anterior y proporcionar un motor de combustión interna que contenga una instalación de cámara de combustión diseñada para optimizar además el progreso del frente de llama. Esto se hace mediante la identificación de una zona de estancamiento donde las pérdidas de flujo suceden en la parte superior de una protuberancia y al proporcionar a la protuberancia una forma que minimiza dicha zona de estancamiento.

10 Un objeto adicional de la presente invención es incrementar la robustez en el control del flujo principal del frente de llama. La robustez incrementada es debida a la sensibilidad reducida a la posición en la que el flujo principal del frente de llama se separa de la protuberancia cuando dicho frente de llama continua su progresión hacia el centro de la cámara de combustión.

15 Otro objeto de la presente invención es facilitar además una oxidación posterior del hollín restante. La reducción de hollín es especialmente importante para combustibles tales como por ejemplo diésel. La invención contribuye además a la reducción de emisiones de monóxido de carbono (CO) y emisiones de hidrocarburos (HC). La reducción de CO y de HC se vuelve especialmente importante para combustibles tales como por ejemplo el DME (dimetiléter). Se puede usar una cantidad mayor de la energía cinética disponible en el frente de llama de una forma útil para la oxidación incrementada del combustible restante. De esta manera la duración del proceso de combustión será más corta, lo cual tiene como resultado un consumo de combustible más reducido.

20 Otro objeto de la presente invención es incrementar la eficiencia. El diseño de la protuberancia en la cámara de combustión de acuerdo con la presente invención contribuye a un proceso de combustión más rápido y por lo tanto tiene como resultado una eficiencia incrementada.

25 La satisfacción de los objetos mencionados anteriormente tiene como resultado el hecho de que los efectos conocidos cuando se usa, por ejemplo, una cantidad incrementada de Recirculación de Gas de Escape, se puedan compensar por lo menos parcialmente por la presente invención.

30 De acuerdo con la invención, los objetos anteriores y otros objetos más detallados se pueden lograr al proporcionar un pistón dispuesto para movimiento de vaivén en un cilindro de motor de combustión entre una posición de punto muerto inferior y una posición de punto muerto superior. Dicho pistón incluyendo una cabeza de pistón comprendiendo una superficie superior orientada a una cámara de combustión. Dicha cabeza de pistón conteniendo un rebaje de pistón, conformado mediante una cavidad con una abertura hacia fuera, y en el que dicho rebaje de pistón comprendiendo una sección de rebaje externa ensanchada hacia el exterior que tiene una forma cóncava curvilínea en sección transversal, dicho pistón teniendo un área de impacto de un frente de llama en progresión en dicha sección de rebaje externo, y en el que sensiblemente a mitad de camino entre dichas áreas de impacto y en un plano sensiblemente perpendicular a dicho movimiento de vaivén están dispuestas unas protuberancias que sobresalen a la cámara de combustión y que tienen una forma suave adaptada para conservar la energía cinética en un frente de llama y en el que cada una de dichas protuberancias tiene una forma de un resalte longitudinal que se extiende solo en el área de rebaje externo en un plano sensiblemente paralelo a o casi paralelo a dicho movimiento de vaivén, y en el que dicho resalte comprende un flanco lateral izquierdo, una sección superior y un flanco lateral derecho cuando se ve en un plano perpendicular a dicho movimiento de vaivén, y en el que está dispuesta una sección de transición entre cada uno de dichos flancos laterales y la sección superior. Dicho pistón está caracterizado por el hecho de que dicha sección de transición comprende un borde de desviación a fin de minimizar las pérdidas de flujo.

35 De acuerdo con una realización de la invención, cada uno de dichos flancos laterales tiene una superficie lateral y dicha sección superior tiene una superficie superior, y en el que un ángulo de separación entre una tangente de la superficie lateral y una tangente de la superficie superior en dicha sección de transición, donde cada una de dichas superficies laterales se encuentra con dicha superficie superior y conformando dicho borde de desviación, está entre 40 90 y 160 grados. En una realización adicional dicho ángulo de separación está entre 120 y 150 grados.

45 De acuerdo con una realización adicional de la invención, se define un ángulo de desviación como el ángulo entre una línea paralela a una línea central de la protuberancia y dicha tangente de la superficie lateral. En una realización adicional dicho ángulo de desviación (88) está entre - 30 y + 30 grados. Se pueden combinar diferentes valores del ángulo de desviación con diferentes valores del ángulo de separación.

50 En otra realización de la invención cada uno de dichos flancos laterales, que tienen una forma cóncava curvilínea con un primer radio y dicha sección superior que tiene una forma convexa curvilínea con un segundo radio cuando se ve en un plano perpendicular a dicho movimiento de vaivén.

En una realización adicional de la invención dicho borde de desviación está dispuesto a lo largo de toda la extensión del resalte.

5 De acuerdo con la invención dichas protuberancias están dispuestas para redirigir el progreso de la llama circular principalmente hacia un eje central del pistón con una interacción llama a llama mínima.

Unas realizaciones adicionalmente ventajosas de la invención surgen de las reivindicaciones de patente dependientes a continuación de la reivindicación de patente 1.

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención se describirá con mayor detalle a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos que, con el propósito de ejemplificación, muestra unas realizaciones adicionales preferidas de la invención y además los antecedentes técnicos, y en la cual:

15 La figura 1 muestra esquemáticamente una vista de sección de un pistón y un cilindro de la técnica anterior en un motor de combustión, en el que se puede poner en práctica la invención.

La figura 2a muestra esquemáticamente una vista superior del pistón de la figura 1 con unos flujos de pulverización / llama de acuerdo con la técnica anterior.

20 La figura 2b muestra esquemáticamente una realización alternativa de acuerdo con la técnica anterior de la realización de la figura 2a.

La figura 3 muestra esquemáticamente una sección transversal de una protuberancia ampliada 40 de acuerdo con la técnica anterior.

25 La figura 4 muestra esquemáticamente una sección transversal de una protuberancia ampliada de acuerdo con la invención.

La figura 5 muestra esquemáticamente una sección transversal de una mitad de una protuberancia adicional ampliada de acuerdo con la protuberancia divulgada en la figura 4

30 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

En la figura 1, se muestra una vista esquemática de un motor de combustión 1 que está diseñado para funcionar de acuerdo con el ciclo diésel. El motor 1 comprende un cilindro 2 y un pistón 3, que se mueve en vaivén en el cilindro 2 y está conectado a un cigüeñal 4 de manera que el pistón 3 está establecido para invertirse en el cilindro 2 en una posición de punto muerto superior e inferior. Como también es común, un extremo de la cavidad del cilindro está cerrado mediante la culata de cilindro 14 del motor. El pistón 3 está dotado en su superficie superior 5 con un rebaje de pistón 6, lo cual conforma una cámara de combustión 7, junto con una superficie interna 21 de una culata de cilindro 14 y las paredes del cilindro 2. En la culata de cilindro 14 hay dispuestos uno o más colectores de admisión 9. La conexión entre un colector de admisión 9 respectivo y el cilindro 2 se puede abrir o cerrar con una válvula de admisión 10 dispuesta en cada colector de admisión 9. Dispuestos en la culata de cilindro también hay uno o más colectores de escape 11. La conexión entre un colector de escape 11 respectivo y el cilindro 2 se puede abrir o cerrar con una válvula de escape 12 dispuesta en cada colector de escape 11. La abertura y el cierre de las válvulas 10 y 11 se pueden lograr mediante un sistema de levas mecánicas o de accionamiento hidráulico u otro sistema motriz en una secuencia temporal controlada cuidadosamente con el movimiento de vaivén del pistón 3.

45 En la culata de cilindro 14 hay dispuesto por lo menos un inyector de combustible 13, a través del cual se inyecta el combustible en el cilindro 2 como un pulverizado de combustible de manera que el combustible se mezcla con el gas comprimido en el cilindro 2 para conformar una mezcla combustible / gas, la cual se enciende por el calor de compresión generado en el cilindro 2. La parte encendida del pulverizado conforma un frente de llama. Durante la inyección una parte del pulverizado más cercana al inyector con combustible nuevamente inyectado todavía no ha empezado a quemarse. El combustible se inyecta preferentemente con una muy alta presión. El inyector 13 incluye una pluralidad de pequeños orificios de inyección (no mostrados), conformados en el extremo inferior de un conjunto de boquilla del inyector 13 para permitir que el combustible de alta presión fluya desde una cavidad de boquilla del inyector 13 a la cámara de combustión 7 con una presión muy alta para inducir un mezclado minucioso del combustible con el aire comprimido a temperatura alta dentro de la cámara de combustión 7. Debería entenderse que el inyector 13 puede ser de cualquier tipo de inyector capaz de inyectar combustible a alta presión a través de una pluralidad de orificios de inyector a la cámara de combustión 7 de la manera descrita de aquí en adelante. Además, el inyector 13 puede incluir un émbolo accionado mecánicamente alojado dentro del cuerpo del inyector para generar la alta presión durante un tiempo de ascenso del conjunto de émbolo. De manera alternativa, el inyector 13 puede alojar combustible a alta presión de una fuente de alta presión curso arriba tal como en un sistema bomba – línea – boquilla incluyendo una o más bombas de alta presión y/o un acumulador de alta presión y/o un distribuidor de combustible. El inyector 13 puede incluir una válvula de control de inyección accionada electrónicamente que suministra combustible a alta presión al conjunto de válvula de la boquilla para abrir un elemento de válvula de la boquilla, o controla el drenaje de combustible a alta presión de la cavidad de la válvula de la boquilla para generar un desequilibrio de presión en el elemento de válvula de la boquilla, provocando de este modo que el elemento de válvula de la boquilla se abra y se cierre para conformar un evento de inyección. Por ejemplo, el elemento de válvula de la boquilla puede ser un elemento de válvula de la boquilla de cerrado impulsado

elásticamente de forma convencional accionado por la presión del combustible. El inyector de combustible 13 está dispuesto preferentemente de forma centrada en la culata de cilindro de manera que un eje central geométrico del inyector de combustible coincida con un eje central geométrico 15 del cilindro, dicho eje central geométrico también es un eje de vaivén del pistón 3, tal como se muestra en la figura 1.

El motor de combustión 1 mostrado en la figura 1 puede funcionar de acuerdo con el principio de cuatro tiempos y/o de dos tiempos. El motor 1 comprende preferentemente una pluralidad de cilindros 2, cada uno provisto con un pistón 3, en el que cada pistón 3 está conectado a un cigüeñal 4 común a través de una biela y provocando de este modo que el pistón se mueva en vaivén a lo largo de una trayectoria rectilínea en el interior del cilindro 2 mientras rota el cigüeñal 4 del motor.

La figura 1 ilustra la posición del pistón 3 aproximadamente 45 grados antes de una posición de punto muerto superior (TDC). Una posición TDC se logra cuando el cigüeñal está posicionado para mover el pistón a la posición más alejada del eje de rotación del cigüeñal. De la manera convencional, el pistón se mueve desde la posición de punto muerto superior a una posición de punto muerto inferior (BDC) cuando avanza a través de los tiempos de admisión y de fuerza. Para los propósitos de esta divulgación, las palabras "ascendente" y "hacia arriba" corresponden a la dirección lejos del cigüeñal del motor y las palabras "descendente" y "hacia abajo" corresponden a la dirección hacia el cigüeñal del motor o posición de punto muerto inferior del pistón.

En una posición más elevada TDC, el pistón 3 acaba de completar su tiempo de compresión ascendente durante el cual el aire cargado que puede entrar en la cámara de combustión 7 desde el colector de admisión 9 se comprime elevando de este modo su temperatura por encima de la temperatura de encendido del combustible del motor. Esta posición se considera aquí como la posición de 360 grados que inicia el tiempo de expansión / combustión del ciclo completo de 720 grados de los cuatro tiempos del pistón 3. La cantidad de aire cargado que se provoca a entrar en las cámaras de combustión puede incrementarse al proporcionar una sobrepresión en el colector de admisión del motor. Esta sobrepresión puede estar proporcionada por ejemplo, mediante un turbocompresor (no mostrado) accionado por una turbina alimentada por el escape del motor, o puede estar accionado por el cigüeñal del motor. La sobrepresión puede estar proporcionada además por un turbocompresor de dos etapas, una instalación de turbos compuestos, etc.

La porción superior del pistón 3 puede referirse como la cabeza de pistón 16. La cabeza de pistón 16 incluye la superficie superior 5 conformando parcialmente la cámara de combustión 7 y un rebaje de pistón 6 conformado mediante una cavidad de abertura hacia arriba. El rebaje de pistón 6 incluye una porción saliente 17 posicionada preferentemente en o cerca del centro del rebaje 6. La porción saliente 17 incluye un extremo distal 18 posicionado, en la realización preferida mostrada en la figura 1, en el centro del rebaje de pistón 3 y posicionado de este modo a lo largo del eje del vaivén 15 de un pistón 3. La porción saliente 17 también incluye una sección de suelo interior del rebaje 19 que se extiende desde la porción saliente 17 hacia abajo en un ángulo de suelo interior del rebaje  $\alpha$  desde un plano perpendicular al eje de vaivén del pistón 3 tal como se muestra en la figura 1. La sección de rebaje exterior 20 está diseñada con un radio particular  $R_1$  y una situación particular para un centro de radio  $CR_1$ .

La figura 2a muestra una realización de la técnica anterior con solo un primer tipo de protuberancia 40 uniformemente distribuida alrededor de la circunferencia del rebaje exterior 6. Dicho primer tipo de protuberancias están dispuestas aproximadamente a mitad de camino entre las áreas de impacto 41 de dos frentes de llama adyacentes (en las figuras 2a y 2b indicadas por las dos flechas mayores).

De acuerdo con la técnica anterior dicho primer tipo de protuberancias tiene una forma de resalte que se extiende en la dirección vertical, de este modo en las figuras 2a y 2b las protuberancias 40 están vistas en una sección transversal desde arriba.

Preferentemente un resalte del primer tipo de protuberancia 40 se extiende en longitud correspondientemente a la longitud de un área de impacto. De este modo, dicho resalte de dicho primer tipo de protuberancias se extiende por lo menos desde una primera posición dispuesta en un primer plano horizontal que es común para dicho primer punto de impacto y hasta una segunda posición dispuesta en un segundo plano horizontal que es común para dicho segundo punto de impacto. Los planos mencionados son perpendiculares al movimiento de vaivén de dicho pistón 3 o eje central geométrico 15 del cilindro.

Cada mitad de una anchura 43 de la base de un resalte se puede extender hasta, por ejemplo, aproximadamente 1/3 de una distancia total del sector de pulverizado 42 a lo largo de la forma circular de una sección de rebaje exterior.

La figura 2b muestra una realización con dicho primer tipo de protuberancia y un segundo tipo de protuberancia 50. Dicho segundo tipo de protuberancia redirige el movimiento horizontal o sensiblemente horizontal (dependiente de cómo está de inclinado el frente de llama inyectada en relación a un plano horizontal) de la llama a partir de una dirección hacia el área de rebaje exterior (área de impacto) a direcciones tangenciales.

De acuerdo con la técnica anterior las dimensiones generales, la forma y /o el posicionamiento relativo de los componentes y características de la cámara de combustión (incluyendo dichas protuberancias) pueden estar conformados tal que el impulso de la llama del combustible pulverizado / quemando y gas del cilindro se mantenga siempre y cuando sea posible en su camino desde el inyector.

Además, las dimensiones, formas y/o posicionamiento relativo de los componentes y características de la cámara de combustión se pueden conformar tal que se logra un nivel predeterminado de equilibrio entre el impulso vertical (principalmente ascendente) e impulso tangencial (dirigido en un plano perpendicular al eje 15) del frente de pulverizado / llama de combustible.

Esta presente invención está dirigida particularmente hacia la mejora de la redirección de los movimientos horizontales del frente de llama hacia el eje 15, es decir cuando la llama cambia de dirección de estar dirigida hacia el rebaje externo a estar dirigida en dicha dirección tangencial, y además la redirección del movimiento tangencial a un movimiento dirigido hacia dicho eje 15, el cual está visto desde arriba en las figuras 2a y 2b.

El motor de la presente invención incluye protuberancias conformadas, tal como se describe más adelante, para reducir adicionalmente de forma ventajosa el material particulado (PM) manteniendo una economía de combustible. La invención está especialmente dirigida a reducir emisiones de hollín. El hollín es una fracción de PM. La protuberancia inventiva incrementa la robustez del control del flujo del frente de llama. Se puede reducir el mezclado no deseado de zonas de combustión rica por encima de la parte superior de una protuberancia.

La figura 3 divulga una de dichas protuberancias 40 de acuerdo con la técnica anterior. Tal como se menciona dicha protuberancia 40 tiene una forma de un resalte longitudinal que se extiende solo en el área de rebaje externo en un plano sensiblemente paralelo o próximo a ser paralelo (por ejemplo puede tener entre 1-30 grados de desviación desde dicho movimiento de vaivén o dicho eje central geométrico 15 del cilindro) a dicho movimiento de vaivén. Dicho resalte comprendiendo un flanco lateral izquierdo 60, una sección superior 61 y un flanco lateral derecho 62, cuando se ve en un plano paralelo a dicho movimiento de vaivén. Se puede definir una sección de transición 63 como una sección entre cada uno de dichos flancos laterales y la sección superior. Las flechas 64 divulgan el flujo principal del frente de llama redirigido que se propaga desde cada lado de dicha protuberancia, en un plano perpendicular a dichos eje central geométrico 15 del cilindro y continuando en una dirección principalmente hacia el eje central geométrico 15 del cilindro (no divulgado en las figuras 3, 4 y 5). De acuerdo con la técnica anterior la redirección de hollín del flujo principal 64 se logra mediante el conformado de dichos flancos laterales y sección superior con una forma curvilínea que tiene un radio bien adaptado para provocar pérdidas de flujo mínimas.

Tal como puede verse en la figura 3 algunas partes pequeñas del flujo principal 64 seguirán la forma curvilínea de dicha sección superior 61. De este modo, podría decirse que hay un punto indefinido de separación del flujo principal, esto es, cuando recobra la posición, dirección y tamaño del flujo principal en relación a cómo y cuándo se separa del flanco lateral y/o la sección superior. Además, estas pequeñas partes se pueden definir como flujos de pérdida 65 puesto que pueden provocar un estancamiento del flujo en un volumen 66, que se extiende a lo largo de dicho resalte justo por encima de la sección superior 61 del resalte.

La figura 4 divulga una protuberancia 70 de acuerdo a una realización de la invención. Dicha protuberancia 70 tiene un flanco lateral izquierdo 80, un flanco lateral derecho 82, una sección superior 81 y unas secciones de transición 83. De acuerdo con la invención dicha sección de transición comprende un borde de desviación 71 a cada lado. Un efecto del borde de desviación es que habrá una fijación de la separación del flujo principal desde dicha protuberancia en el borde de desviación. De este modo, incrementará el control del progreso del frente de llama del flujo principal. La posición de donde el flujo principal se separa de la protuberancia se puede fijar mucho más. De este modo, se ha definido una posición de fijación para la separación del flujo principal de la protuberancia.

Además, dichos flancos de dos protuberancias adyacentes pueden en una realización de la invención alcanzar aproximadamente 1/3 de un sector (correspondiente al 42 en la figura 2a), esto es, 1/3 de dicho sector entre las protuberancias no comprende dichos flancos laterales. En una realización adicional dichos flancos laterales apenas pueden alcanzarse el uno al otro en un 1/2 de un sector, esto es, directamente entre dos protuberancias adyacentes.

En la figura 5 se divulga la mitad de la protuberancia 70 de la figura 4 y en la que dicho flanco lateral 80 está conformado de acuerdo con una forma cóncava curvilínea con un primer radio  $R_s$  y dicha sección superior 81 está conformada de acuerdo con una forma convexa curvilínea con un segundo radio  $R_t$  en un plano perpendicular a dicho movimiento de vaivén. Dichos radios  $R_s$  y  $R_t$  se seleccionan para conformar una superficie de dicha protuberancia 70 que es suave y que provoca pérdidas mínimas de flujo a los flujos principales 74 del frente de llama.

Cada uno de dichos flancos laterales 80, 82 tiene una superficie lateral 84 y dicha sección superior 81 tiene una superficie superior 85, donde dichas superficies laterales y dicha superficie superior juntas conforman una superficie de dicha protuberancia 70 orientada a la cámara de combustión 7.

Dicho radio  $R_s$  y  $R_t$  no necesitan ser constantes a lo largo de la extensión de dichas superficies 84 y/o 85. Dichos ambos radios pueden variar a lo largo de dichas superficies o pueden variar parcialmente y ser parcialmente constantes.

5 En una realización adicional el radio  $R_t$  puede incrementarse tal que incrementa una distancia entre dichas superficies 84 y 85. Esto puede usarse para adaptar en escala unas protuberancias en un tamaño de pistón a diferentes números de orificios de boquilla en el inyector.

10 Un ángulo de separación 86 entre una tangente de la superficie lateral 87 y una tangente de la superficie superior 88 en dicha sección de transición 83, donde cada una de dichas superficies laterales se encuentra con dicha superficie superior y conforma dicho borde de desviación 71, puede estar en un intervalo de entre 90 y 160 grados. En una realización adicional de la invención dicho ángulo de separación puede estar también entre 120 y 150 grados. Dicho ángulo de desviación 71 inventivo puede estar dispuesto a lo largo de toda la extensión del resalte o protuberancia 70. El ángulo de separación define cómo de cerrado es el borde de desviación. Cuanto más cerrado sea el ángulo, mayor es el efecto pronunciado de separación en el flujo principal.

15 Tal y como puede verse en la figura 5 un ángulo de desviación 88 se refiere a la capacidad del resalte a controlar la dirección principal del flujo principal mientras abandona el resalte en el borde de desviación 71. El ángulo de desviación 88 se define como el ángulo entre una línea 89, paralela a una línea central de la protuberancia, y la dirección del flujo principal gobernada por la forma de dicho flanco, esto es, dicha tangente de la superficie lateral 87. Dicho ángulo de desviación puede estar entre  $-30$  y  $+30$  grados. En el ejemplo de la figura 5 dicho ángulo de desviación 88 es de aproximadamente  $-10$  grados.

20 En realizaciones adicionales de la invención se pueden combinar diferentes valores del ángulo de desviación con diferentes valores del ángulo de separación.

25 Tal como se ilustra en la figura 4 el ángulo de separación de acuerdo con la invención tiene como resultado un descenso de unas partes pequeñas 75 correspondientes del flujo principal 74 que seguirán la forma curvilínea de dicha sección superior 81. De este modo, una ventaja de la invención es que se minimizará un estancamiento del flujo en un volumen 76 por encima de la sección superior 81. Además, la protuberancia inventiva 70 incrementa la robustez del control de flujo del frente de llama, esto es, el control del flujo principal 74. Se pueden reducir la turbulencia y el estancamiento no deseados en el flujo por encima de la parte superior de dicha protuberancia 81.

30 Dichos pistones inventivos se pueden fabricar mediante mecanizado, tal como un torno giratorio y/o una fresadora, y/o forjadura a fin de conformar dichas protuberancias.

La presente invención se puede usar en motores impulsados mediante combustibles, tales como por ejemplo diésel, DME (dimetiléter) o similares.

35 La invención no debería considerarse como limitada a las realizaciones descritas anteriores, sino que más bien se pueden concebir un número de variantes y modificaciones adicionales dentro del ámbito de las siguientes reivindicaciones de patente.

**REIVINDICACIONES**

1. Un pistón (3) dispuesto para movimiento de vaivén en un cilindro de motor de combustión (2) entre una posición de punto muerto inferior y una posición de punto muerto superior, dicho pistón (3) incluyendo una cabeza de pistón (16) comprendiendo una superficie superior orientada a una cámara de combustión (7), dicha cabeza de pistón (16) conteniendo un rebaje de pistón conformado mediante una cavidad con una abertura hacia fuera, dicho rebaje de pistón comprendiendo una sección de rebaje externa ensanchada hacia el exterior (20) que tiene una forma cóncava curvilínea en sección transversal, dicho pistón (3) teniendo un área de impacto (41) de un frente de llama en progresión en dicha sección de rebaje externo (20), y en el que sensiblemente a mitad de camino entre dichas áreas de impacto (41) y en un plano sensiblemente perpendicular a dicho movimiento de vaivén están dispuestas unas protuberancias (70) que sobresalen en la cámara de combustión (7) y que tienen una forma suave adaptada para conservar la energía cinética en un frente de llama y en el que cada una de dichas protuberancias (70) tiene una forma de un resalte longitudinal que se extiende solo en el área de rebaje externo en un plano sensiblemente paralelo a o casi paralelo a dicho movimiento de vaivén, y en el que dicho resalte comprende un flanco lateral izquierdo (80), una sección superior (81) y un flanco lateral derecho (82) cuando se ve en un plano perpendicular a dicho movimiento de vaivén, en el que dichas protuberancias (70) están dispuestas para redirigir el progreso circular de la llama principalmente hacia un eje central (15) del pistón (3) con una interacción mínima de llama a llama, y en el que está dispuesta una sección de transición (83) entre cada uno de dichos flancos laterales (80, 82) y la sección superior (81) caracterizado por el hecho de que dicha sección de transición (83) comprende un borde de desviación (71) a fin de minimizar las pérdidas de flujo.
2. Un pistón (3) como en la reivindicación 1, en el que cada uno de dichos flancos laterales (80, 82) tiene una superficie lateral (84) y dicha sección superior (81) tiene una superficie superior (85), caracterizado por el hecho de que un ángulo de separación (86) entre una tangente de la superficie lateral (87) y una tangente de la superficie superior (88) en dicha sección de transición (83), donde cada una de dichas superficies laterales (84) se encuentra con dicha superficie superior (85) y conformando dicho borde de desviación (71), está entre 90 y 160 grados.
3. Un pistón (3) como en la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que dicho ángulo de separación (86) está entre 120 y 150 grados.
4. Un pistón (3) como en una de las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado por el hecho de que se define un ángulo de desviación (88) como el ángulo entre una línea (89), paralela a una línea central de la protuberancia (70) y dicha tangente de la superficie lateral (87).
5. Un pistón (3) como en la reivindicación anterior, caracterizado por el hecho de que dicho ángulo de desviación (88) está entre - 30 y + 30 grados.
6. Un pistón (3) como en una de las reivindicaciones 4 o 5, caracterizado por el hecho de que se pueden combinar diferentes valores del ángulo de desviación (88) con diferentes valores del ángulo de separación (86).
7. Un pistón (3) como en una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que cada uno de dichos flancos laterales (80, 82) tiene una forma cóncava curvilínea con un primer radio ( $R_s$ ) y dicha sección superior (81) tiene una forma convexa curvilínea con un segundo radio ( $R_t$ ) cuando se ve en un plano perpendicular a dicho movimiento de vaivén.
8. Un pistón (3) como en una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que dicho borde de desviación (71) está dispuesto a lo largo de toda la extensión del resalte.



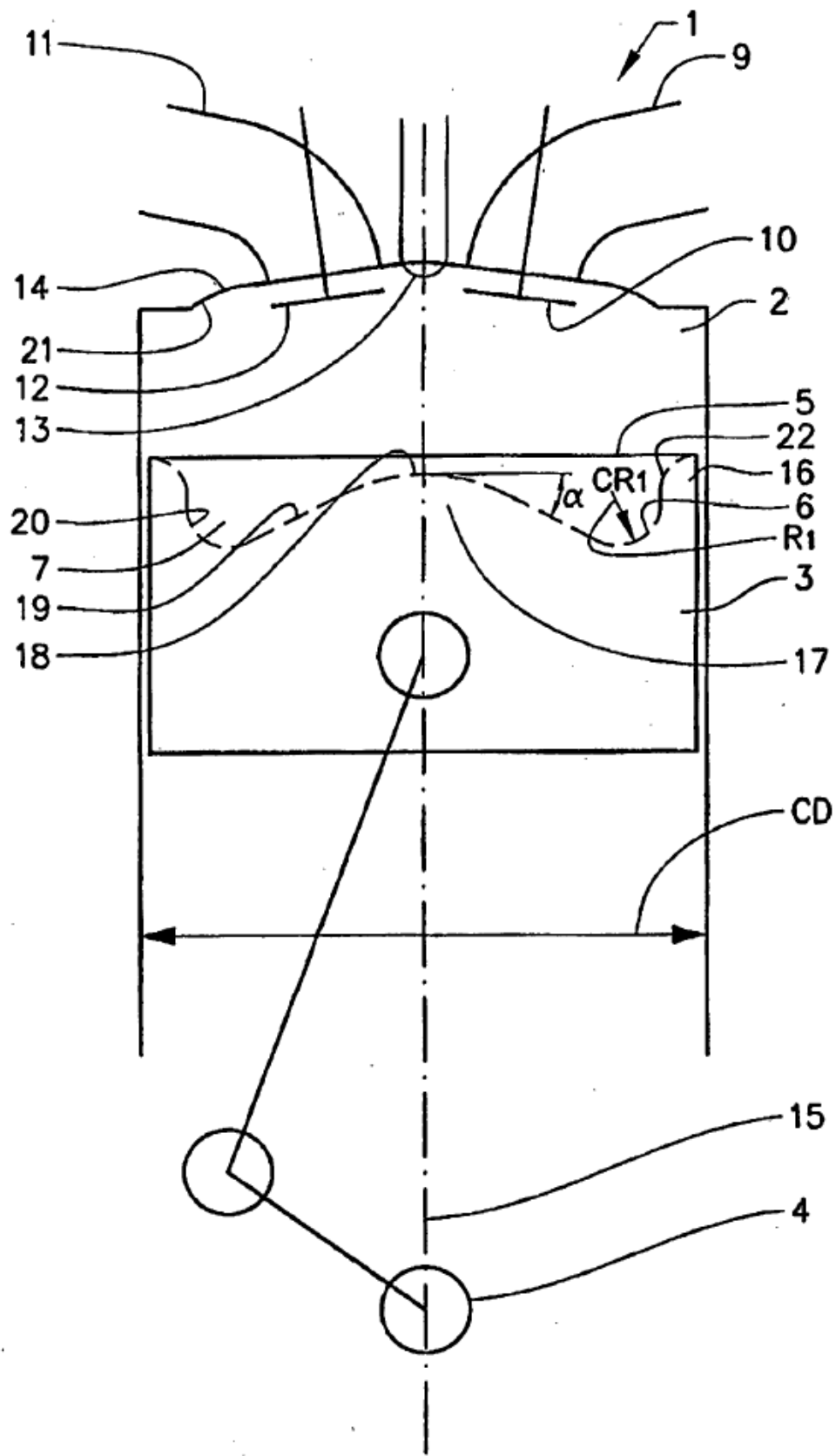


Fig. 1

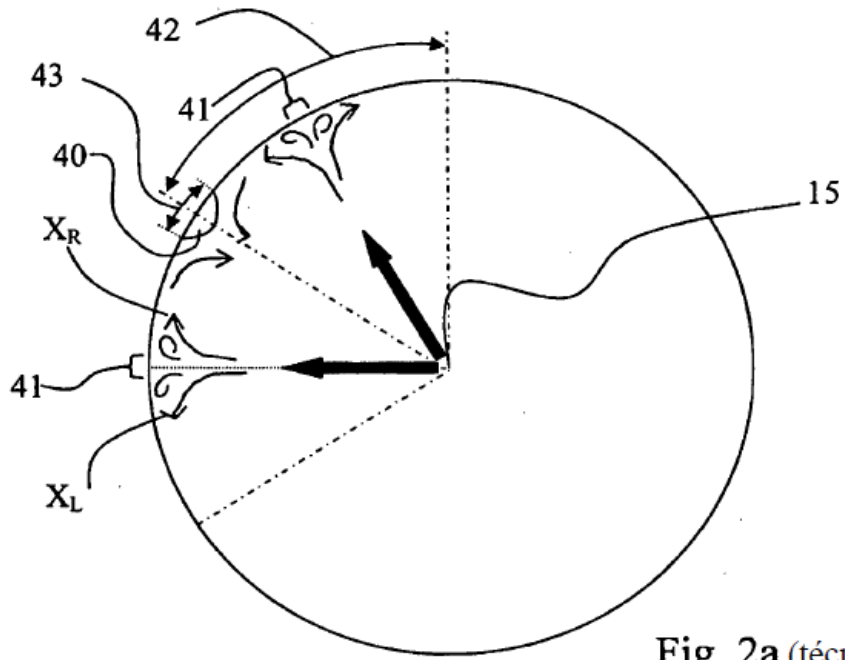


Fig. 2a (técnica anterior)

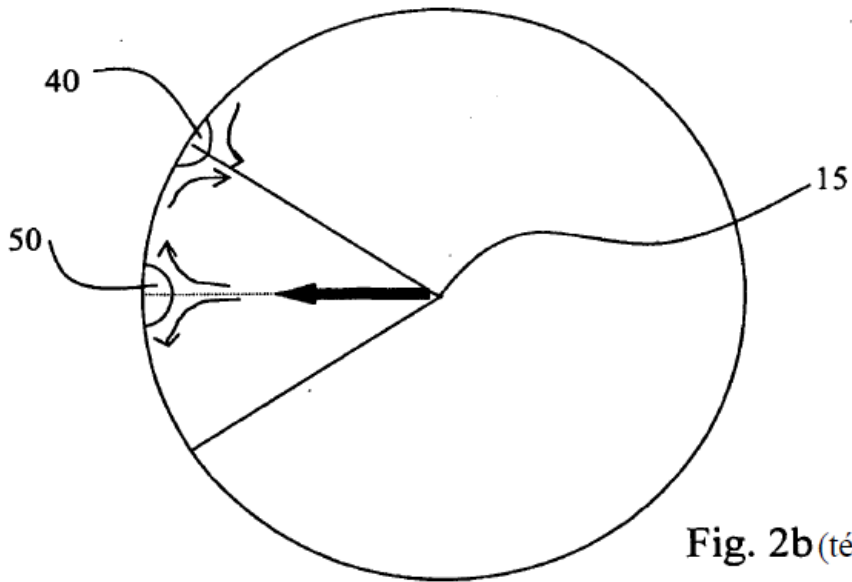


Fig. 2b (técnica anterior)

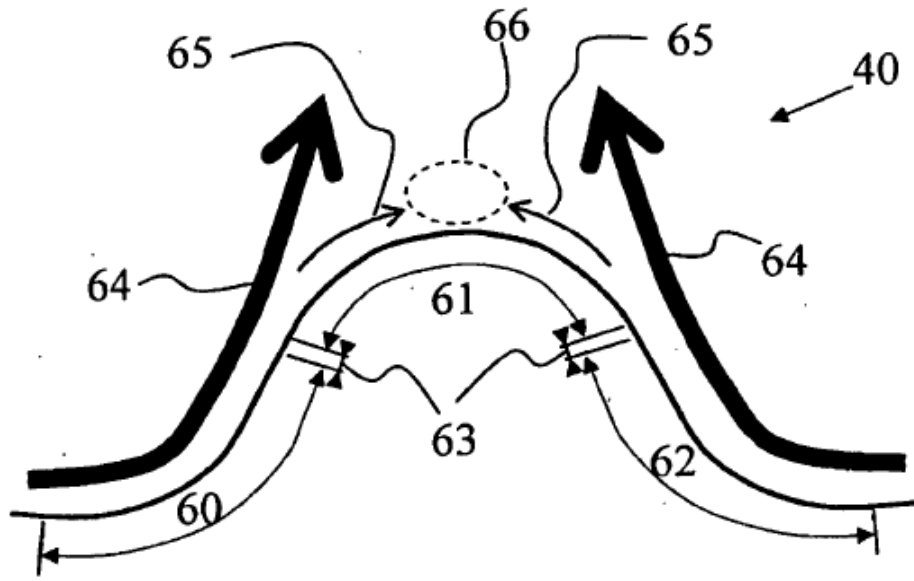


Fig. 3 (técnica anterior)

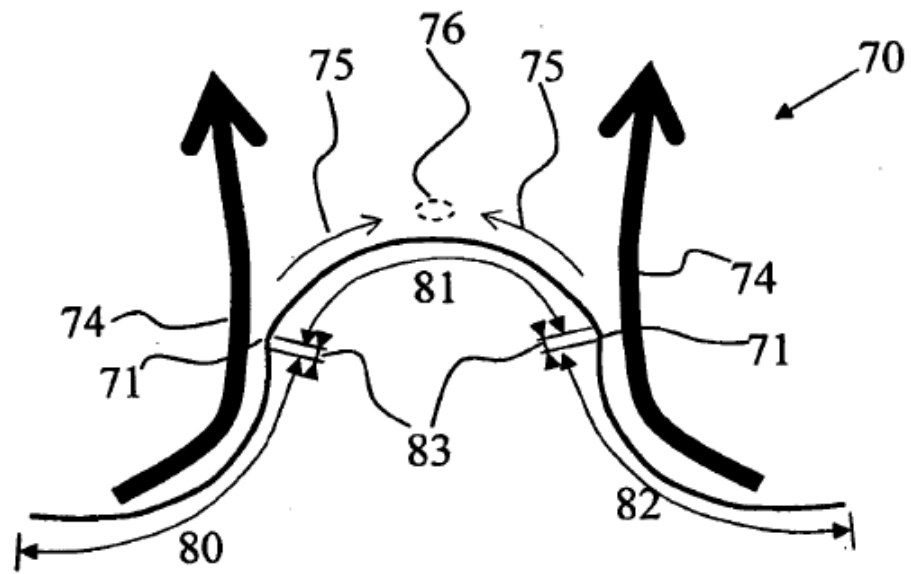


Fig. 4

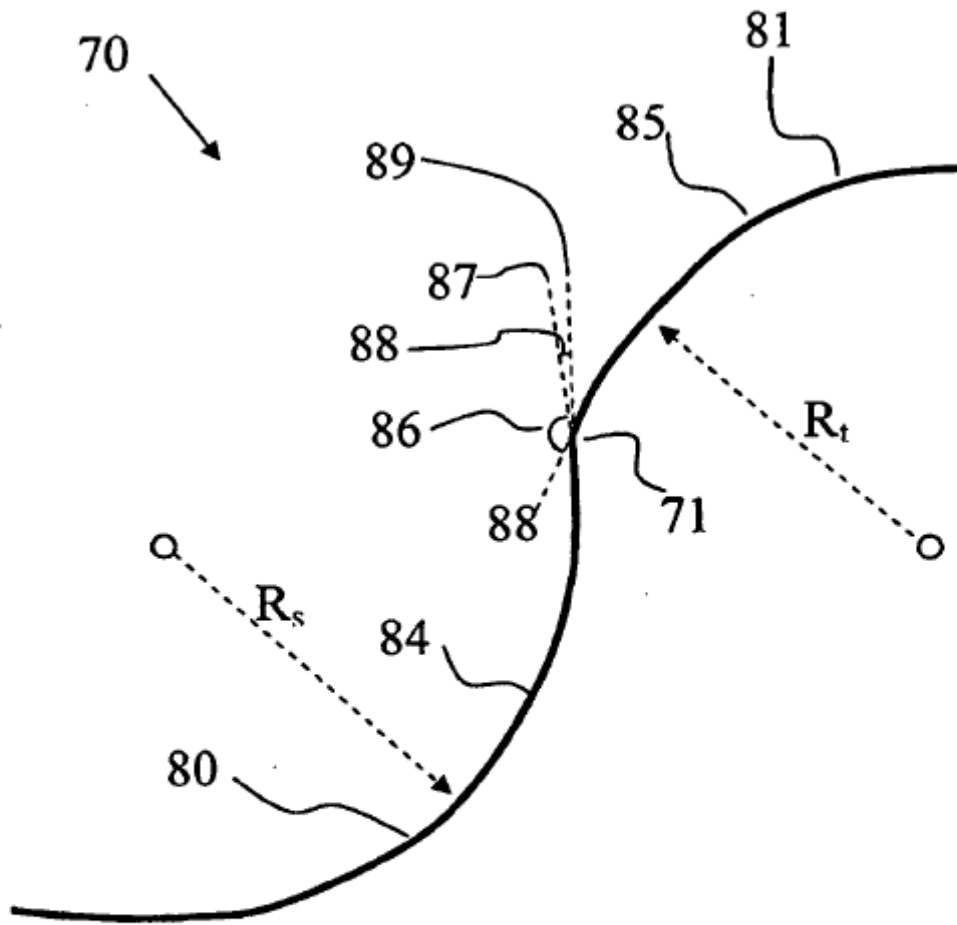


Fig. 5