

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 967 519**

51 Int. Cl.:

F02B 19/10 (2006.01)

F02B 19/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.12.2019 PCT/EP2019/085610**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2020 WO20127234**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2019 E 19832051 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2023 EP 3899227**

54 Título: **Conjuntos para motores**

30 Prioridad:

17.12.2018 GB 201820560

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

30.04.2024

73 Titular/es:

**ASTON MARTIN LAGONDA LIMITED (100.0%)
Banbury Road Gaydon
Warwick, Warwickshire CV35 0DB, GB**

72 Inventor/es:

**ROSS, JOERG;
MALAGUTI, SIMONE;
WHELAN, IAN;
CARPENTIERO, DAVIDE;
LUGLI, MATTIA y
SCOTT, LUKE**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 967 519 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

Conjuntos para motores

La presente invención se refiere a conjuntos para motores tales como conjuntos de cámara de precombustión para motores de encendido por chispa.

5 Es conocido proporcionar un motor de encendido por chispa con una cámara de precombustión, pero puede ser difícil proporcionar un sistema con un buen rendimiento de golpe a alta velocidad con altas cargas, a la vez que aún tiene un encendido confiable a baja velocidad con baja carga. En particular, a baja velocidad con baja carga, puede haber un porcentaje relativamente alto de residuos de gases de escape (EGR) en una cámara de precombustión la cual puede evitar el encendido, especialmente cuando se retrasa el tiempo de encendido durante el calentamiento del catalizador.

10 El documento DE1020005017186A1 divulga, de acuerdo con su resumen, "Un procedimiento para mejorar la eficiencia de la combustión en motores de IC con precámara de encendido tiene conductos de ventilación en la parte posterior de la precámara para expulsar los residuos de combustión, del ciclo anterior, en cámaras de retención temporales. La acción de lavado se inicia por la mezcla fresca de combustible/aire desplazada a partir de la cámara de combustión principal durante la fase de compresión y que entra en la precámara a través de conductos".

15 El documento WO2018/213264A2 divulga, de acuerdo con su resumen, "Un conjunto de precámara de combustión incluye un cuerpo de dispositivo de precámara que define un plenum anular que está en comunicación fluida con el al menos un orificio que se extiende a través de la carcasa de bujía. El plenum anular también está en comunicación con al menos un paso de purga que se extiende desde el plenum anular hasta una superficie de extremo del cuerpo de dispositivo de precámara. Los gases de escape residuales en el volumen anular de la bujía son purgados por el flujo de carga fresca de la cámara de combustión principal a medida que el pistón se aproxima al punto muerto superior. El flujo de carga fresca que se proporciona al plenum anular a través del al menos un paso de purga y hacia el volumen anular de la bujía a través del al menos un orificio a través de la carcasa de bujía".

La presente invención tiene como objetivo aliviar, al menos en cierta medida, los problemas de la técnica anterior.

25 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un conjunto de cámara de precombustión para un motor de encendido por chispa, teniendo el conjunto: una cámara de encendido adaptada para contener al menos un electrodo de un generador de chispas; estando la cámara de encendido adaptada para comunicarse con una cámara de combustión de motor principal a través de al menos un puerto de precámara; en el que la cámara de encendido se comunica para eliminar los residuos de gases de escape de la misma a una cámara de almacenamiento distinta, a través de un puerto de transferencia.

35 Ventajosamente, en el caso de un motor de combustión interna de pistón alternativo de cuatro tiempos el cual puede ser un motor de gasolina, los residuos de gases de escape pueden, por ejemplo, durante la carrera de compresión, purgarse o purgarse sustancialmente de la cámara de encendido a la cámara de almacenamiento. Esto reduce ventajosamente el porcentaje de residuos de gases de escape en la cámara de encendido en el momento del encendido para la siguiente carrera de potencia. Por lo tanto, ventajosamente, el encendido puede mantenerse a baja velocidad con baja carga, incluido en el ralentí y puntos de prueba tales como 2000 × 2 (2000 RPM a 2 bar BMEP), a la vez que también permite el calentamiento del catalizador con un tiempo de encendido retardado. Al mismo tiempo, con el acelerador completamente abierto, el uso del conjunto de cámara de precombustión puede permitir una mejora del límite de golpe en comparación con un sistema convencional sin cámara de precombustión.

40 La cámara de encendido incluye un canal de entrada el cual conduce desde cada uno de dichos puertos de precámara en una dirección hacia una región de encendido de la cámara de encendido, teniendo la región de encendido una sección transversal mayor que el canal de entrada. La región de encendido puede contener al menos uno o al menos dos electrodos de un generador de chispas, tal como una bujía, y el canal de entrada de sección transversal relativamente más pequeño puede permitir un flujo de velocidad relativamente alta hacia la región de encendido durante la acción de purga de la región de encendido en la cámara de almacenamiento.

45 El canal de entrada puede ser sustancialmente un cilindro circular y la región de encendido también puede ser sustancialmente un cilindro circular. El canal de entrada y la región de encendido pueden ser coaxiales entre sí (o estar descentrados entre sí), y están unidos por una pared de conexión de cámara de abocardado. La región de encendido puede tener un diámetro entre aproximadamente 2 y 5 veces el del canal de entrada.

50 La cámara de encendido incluye una superficie escalonada adaptada para promover la caída de flujo, u otra característica de caída. Esto puede promover ventajosamente la turbulencia dentro de la cámara de encendido, promoviendo que un alto porcentaje de los residuos de gases de escape en la cámara de encendido sean purgados

en la cámara de almacenamiento. La superficie escalonada está situada en la región de la pared de cámara de abocardado.

5 La superficie escalonada puede estar alineada radialmente con un terminal de tierra del generador de chispas, justo un terminal de tierra en forma de J. Esto dirige ventajosamente el flujo turbulento hacia los electrodos del generador de chispas con el fin de mejorar el encendido.

La cámara de encendido puede tener una dirección longitudinal y puede estar adaptada para conectarse en un extremo de la misma a un generador de chispa sustancialmente orientado de manera coaxial en la forma de bujía.

10 La cámara de encendido puede estar adaptada para contener una punta de un electrodo de tierra de una bujía sustancialmente en el centro de manera radial y/o longitudinalmente de la región de encendido, preferentemente ambas.

15 Al menos una pared, o características de pared, de la cámara de encendido cerca de donde se va a contener un generador de chispa puede estar formada de un material de alta conductividad tal como uno que tenga una conductividad de más de 100 W/mK, permitiendo esta alta conductividad de calor ventajosamente que el generador de chispa o la bujía se mantengan fríos. La conductividad estar en la región de 120 a 170 W/mK. El material puede contener cobre y/o berilio y puede ser CuBe_2 o CuBe_3 . Se pueden utilizar otros materiales en su lugar.

Una superficie de pared, o características de pared, de la cámara de encendido distal de donde se va a contener un generador de chispa puede ser un acero, tal como el acero inoxidable 316, alternativamente, el material de tales características de pared puede tener una conductividad de calor relativamente baja debajo de aproximadamente 50 o 15 W/mK. Se pueden utilizar otros materiales en su lugar.

20 Se puede proporcionar una serie de dichos puertos de precámara, preferentemente configurados en un patrón equiespaciado. Por ejemplo, se pueden proporcionar cuatro, cinco, seis, siete u ocho puertos de precámara en un patrón generalmente equiespaciado. Los puertos de precámara pueden estar orientados en un patrón en el cual divergen entre sí en una dirección que se aleja de la cámara de encendido. Los puertos de precámara pueden ser tubos cilíndricos rectos, cada uno orientado en un ángulo divergente a partir de una dirección longitudinal o eje de la
 25 cámara de encendido de aproximadamente 30 a 60 °, siendo algunos ejemplos de aproximadamente 35, 40, 45, 50 y 55 °. Los tubos cilíndricos rectos divergentes pueden, de manera muy ventajosa, en el momento del encendido, lanzar gases de encendido y/o frentes de llama fuera de la cámara de encendido en un patrón divergente hacia la cámara de combustión principal, promoviendo una excelente velocidad de propagación del frente de llama. Cuando existen seis de dichos puertos de precámara, el diámetro del canal de entrada puede ser aproximadamente de 2 a 4
 30 veces el diámetro de cada puerto de precámara. Los diámetros relativamente pequeños de los puertos de precámara permiten la aceleración de los gases de encendido a medida que pasan del canal de entrada hacia los puertos de precámara, de tal manera que la velocidad de los gases que salen de los puertos de precámara hacia la cámara de combustión principal es relativamente alta, lo que permite una velocidad ventajosa del frente de llama. La longitud de los puertos de precámara puede ser aproximadamente de 2 a 4 veces su diámetro, proporcionando
 35 ventajosamente una buena aceleración hacia la cámara de combustión principal sin apagar las llamas en los puertos de transferencia.

40 Cada puerto de precámara puede interactuar con una superficie de la cámara de combustión principal la cual es sustancialmente plana o abovedada convexamente. Una superficie abovedada convexamente puede tener determinadas ventajas en la propagación de la llama, por ejemplo, aunque una superficie sustancialmente plana puede tener un área de superficie menor, ventajosa para una menor transferencia de calor.

45 La cámara de almacenamiento puede estar adaptada para comunicarse únicamente con la cámara de encendido, quedando de lo contrario completamente sellada. Por lo tanto, la cámara de almacenamiento puede actuar como una cámara de purga para aceptar los gases purgados de la cámara de encendido, por ejemplo en una carrera de compresión de un ciclo de cuatro tiempos, y los gases purgados en la cámara de almacenamiento pueden ser evacuados o expulsados de la cámara de almacenamiento al menos parcialmente tras la apertura de la válvula de escape para la carrera de escape y/o al menos parcialmente durante otra carrera de un ciclo de cuatro tiempos, tal como una carrera de inducción de presión relativamente baja. También se puede considerar el uso del conjunto de cámara de precombustión para ciclos de dos tiempos.

50 La cámara de almacenamiento puede estar adaptada para aceptar la transferencia o purga de gas de la cámara de encendido tras un aumento de presión en la cámara de encendido, por ejemplo, durante una carrera de compresión de un ciclo de 4 tiempos o una fase de compresión de un ciclo de 2 tiempos.

La cámara de almacenamiento puede estar adaptada para aceptar la transferencia de gas, incluidos los residuos de gases de escape (EGR), desde la cámara de encendido durante una carrera de compresión del motor.

- La cámara de almacenamiento puede estar formada en la forma de un anillo toroidal. La forma de anillo toroidal puede tener una sección transversal generalmente en forma de L. Se consideran otras formas de sección transversal, tales como I, J, T, rectangular, circular, elíptica y generalmente rectangular o poligonal. La forma de anillo toroidal puede situarse alrededor de la cámara de encendido. Ventajosamente, por lo tanto, la cámara de almacenamiento puede estar situada relativamente cerca de la cámara de encendido, por ejemplo, dentro de un espacio de empaquetado de culata, de tal manera que el conjunto de cámara de precombustión no ocupe un espacio de empaquetado significativo en un compartimento del motor. La sección transversal en forma de L es simple/barata de mecanizar y la cámara de almacenamiento está formada de manera robusta en la fundición del cabezal.
- 5
- 10 Con la cámara de encendido y la cámara de almacenamiento en forma de anillo toroidal comunicadas a través de uno o más puertos de transferencia, no es necesario proporcionar una válvula para controlar el flujo desde la cámara de encendido hacia la cámara de almacenamiento o desde la cámara de almacenamiento de regreso hacia la cámara de encendido. Por lo tanto, la cámara de precombustión no necesita tener partes móviles. Por lo tanto, el conjunto de cámara de precombustión puede ser operado de manera muy confiable sin el riesgo de fallo mecánico de las partes móviles.
- 15
- La forma de anillo toroidal puede situarse alrededor de la cámara de encendido. La cámara de encendido puede tener un volumen mayor que la cámara de almacenamiento, tal como aproximadamente de 2 a 10 veces mayor, por ejemplo, aproximadamente de 4 a 6 veces mayor. En un ejemplo, el volumen de la cámara de encendido es de aproximadamente 1000 mm³ y el volumen de la cámara de almacenamiento es de aproximadamente 200 a 250 mm³. Con el conjunto de cámara de precombustión utilizado en un motor de gasolina con octanaje de aproximadamente 90 a 99 RON, el motor puede tener una relación de compresión en el intervalo de aproximadamente 8:1 a 12:1 o más alto, por ejemplo aproximadamente 10:1 a 11:1. El volumen de la cámara de encendido puede ser, opcionalmente, aproximadamente del 1 % al 2 % del volumen en el punto muerto superior del pistón de una cámara de combustión principal del motor a la cual está conectada la cámara de encendido.
- 20
- 25 Por lo tanto, la relación entre el volumen de la cámara de encendido y la cámara de almacenamiento puede permitir que los gases que quedan en la cámara de encendido después de la carrera de escape y la carrera de inducción, incluidos los residuos de gases de escape, se purguen sustancialmente hacia la cámara de almacenamiento mediante el aumento de la presión durante la carrera de compresión. Por lo tanto, durante la carrera de compresión, los gases pueden fluir a lo largo de un trayecto de flujo desde la cámara de combustión principal a través de los puertos de precámara a través del canal de entrada hacia la cámara de encendido y, luego, desde la cámara de encendido a través de los puertos de transferencia hacia la cámara de almacenamiento, estando la cámara de encendido sustancialmente purgada hacia la cámara de almacenamiento durante la carrera de compresión. Se puede pensar en una clase de analogía con un sistema de tres resortes: equivalente a la cámara de combustión principal, la cámara de encendido y la cámara de almacenamiento.
- 30
- 35 Cuando está presente una característica de caída tal como un escalón de caída, preferentemente alineado sustancialmente de manera radial con un electrodo de tierra, por ejemplo, un electrodo en forma de J de un generador de chispas situado en la cámara de encendido, la turbulencia adicional proporcionada por la característica de caída puede ayudar a favorecer un encendido confiable.
- La cámara de almacenamiento puede estar ventajosamente diseñada y adaptada para situarse dentro de un conjunto de culata para un motor. Por lo tanto, la cámara de precombustión puede estar sustancialmente encerrada en la culata/bloque del motor, de manera ventajosa para el espacio de empaquetado y la facilidad de fabricación y robustez.
- 40
- Preferentemente, se proporciona una serie de dichos puertos de transferencia que se comunican en ubicaciones separadas hacia la cámara de encendido desde la cámara de almacenamiento; al menos uno del dicho puerto de transferencia se comunica opcionalmente hacia la cámara de encendido en una primera posición longitudinal de la cámara de encendido, estando al menos una y preferentemente dos puntas de electrodo de un generador de chispas longitudinalmente entre la primera ubicación longitudinal y un puerto de precámara. Las ubicaciones espaciadas pueden estar generalmente equiespaciadas alrededor de la cámara de encendido. Sin embargo, cuando se proporciona un escalón de caída, los puertos de transferencia pueden estar algo más separados entre sí (tal como aproximadamente 90 grados) cerca del escalón de caída que lo que están (tal como aproximadamente 70 grados) radialmente alejados del escalón de caída.
- 45
- 50 Cada uno de dicho puerto de transferencia puede ser un tubo sustancialmente recto o curvo. Cada uno de dicho puerto de transferencia puede tener una dimensión transversal o un diámetro el cual está entre el 5 % y el 20 %, por ejemplo, entre el 8 % al 12 % o el 10 %, de una dimensión transversal de un diámetro de una región de encendido de la cámara de encendido. Por lo tanto, cuando los gases se purgan fuera de la cámara de encendido pueden acelerar a una velocidad relativamente alta en cada puerto de transferencia, llegando así a alta velocidad en la
- 55

cámara de almacenamiento, promoviendo el movimiento de los gases dentro de la cámara de almacenamiento previamente y por lo tanto ayudando en la expulsión/purga de moléculas gaseosas en la cámara de almacenamiento de nuevo fuera de ella a lo largo del tiempo.

5 Cada puerto de transferencia puede estar dispuesto en una dirección la cual es una dirección sustancialmente radial, o que tiene un componente tangencial, cuando se observa a lo largo de una dirección longitudinal del conjunto. Cuando se proporciona un componente tangencial para los puertos de transferencia, esto puede promover una velocidad de remolino para los gases dentro de la cámara de almacenamiento tras la llegada de gases a través de los puertos de transferencia que se mueven con un componente tangencial. Ventajosamente, esta configuración puede, por lo tanto, promover la expulsión y la purga de moléculas gaseosas o materia localizada dentro de la
10 cámara de almacenamiento a lo largo del tiempo, por ejemplo, al menos parcialmente tras la apertura de la válvula de escape para una carrera de escape y/o durante una carrera de inducción cuando la presión en la cámara de combustión principal y la cámara de encendido puede caer por debajo de la de la cámara de almacenamiento, promoviendo el flujo fuera de la cámara de almacenamiento.

15 El conjunto de cámara de precombustión puede ser pasivo, es decir, que no tiene puerto para la inyección directa de combustible en la cámara de encendido. Por lo tanto, la configuración puede no ser demasiado costosa, ya que no requiere ningún puerto de inyección o inyector de combustible especial para la propia cámara de precombustión.

Otro aspecto de la invención proporciona una culata de cilindro para un motor, incluyendo la culata de cilindro un conjunto de cámara de precombustión como se establece en el primer aspecto de la invención anterior.

Un aspecto adicional proporciona un motor que incluye una culata como se establece en el aspecto anterior.

20 El motor puede ser un motor de gasolina de encendido por chispa.

El motor puede tener un ciclo de cuatro tiempos con un pistón alternativo dentro de una cámara de combustión principal fija, teniendo la culata una o dos o más válvulas de entrada de tipo asiento y una o dos o más válvulas de escape de tipo asiento. Una cámara de combustión principal del motor puede estar configurada con al menos una característica de aplastamiento.

25 El motor puede tener un inyector de inyección directa de gasolina (GDI) que se comunica directamente con una cámara de combustión principal del mismo. De manera adicional o alternativamente, el motor puede incluir un inyector de puerto de inyección de combustible (PFI) que se comunica directamente hacia un puerto de entrada de aire para la cámara de combustión principal.

30 El motor puede no tener un generador de encendido para la cámara de combustión principal a la cual está conectado el conjunto de cámara de precombustión, diferente de un único generador de encendido conectado con un electrodo de encendido del mismo situado dentro de la cámara de encendido del conjunto de cámara de precombustión. En este caso, por lo tanto, no habrá ninguna bujía u otro generador de chispas con terminales situados en la cámara de combustión principal.

35 Alternativamente, un segundo generador de chispas tal como una bujía, o un segundo y un tercer generadores de chispas, pueden en algunas realizaciones estar situados cada uno con uno o más terminales de los mismos situados dentro de la cámara de combustión principal.

40 El motor incluye preferentemente un convertidor catalítico situado después de la cámara de combustión principal. El motor puede incluir un sistema de sincronización para la sincronización de la chispa de encendido realizada por el generador de chispa y el sistema de sincronización de encendido puede estar adaptado para retardar el encendido durante una fase de calentamiento del convertidor catalítico.

Un aspecto adicional de la invención proporciona un vehículo de motor que incluye el aparato como se establece en cualquier aspecto anterior de la misma. El vehículo de motor puede ser un vehículo de motor de producción de volumen registrado para su uso en vías públicas.

45 La presente invención puede llevarse a cabo de diversas maneras y algunas realizaciones preferentes se describirán ahora a modo de ejemplo únicamente y de manera no limitativa con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Figura 1 muestra esquemáticamente un vehículo de motor preferente que incluye un motor preferente y un conjunto de cámara de precombustión preferente de acuerdo con la invención;

La Figura 2 muestra esquemáticamente el motor del vehículo de motor de la Figura 1;

La Figura 3 muestra diversas superficies CFD del motor;

La Figura 4A muestra las superficies CFD de un conjunto preferente de cámara de precombustión tanto en isométrico como seccionado;

La Figura 4B muestra la disposición que se muestra en la Figura 3, pero omitiendo los puertos de inyector de combustible con fines de claridad;

- 5 La Figura 4C muestra una modificación de la disposición de la Figura 4B, pero con una segunda bujía instalada como la modificación, comunicando la segunda bujía directamente hacia la cámara de combustión principal;

La Figura 4D muestra diversos ejemplos de modificaciones que pueden realizarse en el conjunto de cámara de precombustión preferente;

- 10 La Figura 4E muestra una sección a través de un conjunto preferente de cámara de precombustión y culata y superficies de puertos de entrada/salida, así como válvulas de entrada y escape;

La Figura 5 muestra una vista parcialmente seccionada a través de la cámara de combustión principal del motor, el pistón, el inserto de la cámara de precombustión y la bujía;

Las Figuras 6A, 6B, 6C, 7, 8A, 8B y 8C muestran vistas detalladas de una cámara de precombustión modificada la cual es la central de uno de los cinco ejemplos que se muestran en la Figura 4D;

- 15 La Figura 9 muestra una disposición modificada con puertos de transferencia que tienen un componente tangencial en comparación con una disposición con movimiento simplemente radial en general cuando se observa a lo largo del eje del conjunto de cámara de precombustión;

- 20 La Figura 10 muestra el porcentaje comparativo CFD de residuos de gases de escape del acelerador completamente abierto (WOT) y situaciones de turbulencia en el momento del encendido para una cámara estándar, un conjunto de cámara de precombustión sin un espacio de almacenamiento de residuos de gases de escape, un conjunto preferente de cámara de precombustión con un espacio de almacenamiento de residuos de gases de escape y una disposición preferente con un espacio de almacenamiento de residuos de gases de escape y una característica de caída;

- 25 La Figura 11 muestra vistas de combustión con aceleración completamente abierta para la propagación simulada del frente de llama CFD para la disposición preferente de la Figura 10 con un espacio de almacenamiento de residuos de gases de escape y una característica de caída;

La Figura 12 muestra los gráficos de combustible quemado y presión de cilindro comparando las cuatro disposiciones que se muestran en la Figura 10;

- 30 La Figura 13 muestra comparaciones CFD de porcentajes de residuos de gases de escape para las mismas cuatro disposiciones que se muestran en la Figura 10 a baja velocidad con baja carga, es decir, 2000 RPM a 2 bar BMEP;

La Figura 14 muestra vistas CFD de propagación del frente de llama comparables a las cuatro primeras vistas (en tiempo) de la Figura 11 pero a baja velocidad con baja carga (2000 RPM a 2 bar BMEP);

- 35 La Figura 15 muestra gráficos comparativos del combustible quemado y de la presión del cilindro a baja velocidad con baja carga (2000 RPM a 2 bar BMEP) como en las Figuras 13 y 14 para tres de las disposiciones que se muestran en la Figura 13, es decir, excluyendo la versión con el conjunto de cámara de precombustión sin un espacio de almacenamiento de residuos de gases de escape; y

La Figura 16 muestra una disposición preferente revisada con al menos uno y preferentemente dos electrodos situados longitudinalmente en la cámara de precombustión entre al menos un puerto de precámara y al menos un puerto de transferencia.

- 40 La Figura 17 muestra una realización con una disposición ventajosa del espacio de almacenamiento de residuos de gases de escape.

La Figura 18 muestra una realización adicional alternativa con otra disposición ventajosa del espacio de almacenamiento de residuos de gases de escape.

- 45 Como se muestra en la Figura 1, un vehículo 10 de motor preferente tiene un motor 12 conectado mediante un tren 14 de potencia a las ruedas 16, 18 motrices.

En otros tipos de vehículos, tales como las motocicletas, puede haber una única rueda motriz en lugar de una pluralidad de ellas.

5 Como se muestra en la Figura 2, el motor 12 es un motor 12 de gasolina de encendido por chispa, el cual puede ser adaptado para funcionar con gasolina con un octanaje en el intervalo de aproximadamente 90 a 99 RON. El motor tiene al menos un pistón 20 alternativo conectado por una biela 22 a una manivela 24 de un cigüeñal 26 el cual está conectado al tren 14 de potencia. El motor puede tener un solo pistón 20 o puede estar configurado con una pluralidad de pistones en configuraciones tales como V-twin, V4, V6, V8, V10 o V12, así como configuraciones en línea, plana, boxer, H- o W- u otras disposiciones que tengan el mismo número similar de pistones o más.

10 El pistón 20 se desplaza en un manguito o cilindro 28 de un bloque 30. Se proporciona una culata 32 y tiene al menos un puerto 34 de entrada y al menos un puerto 36 de escape por cilindro 28, estando proporcionados dos de cada uno en la realización representada. Como se muestra en la Figura 3, cada puerto 34 de entrada está controlado por una válvula 38 de entrada de tipo asiento y cada puerto 36 de escape está controlado por una válvula 40 de escape de tipo asiento. Las válvulas de entrada 38 y escape 40 son accionadas por árboles de levas (no se muestran) fijados a la culata 32 y operados desde el cigüeñal 26 de forma convencional. Se emplea un sistema de encendido convencional (no se muestra) para hacer que el generador 54 de chispa chispee con la intensidad y sincronización (avance/retardo) adecuadas de acuerdo con la lógica de funcionamiento predeterminada deseada.

15 Un inyector 42 de combustible de inyección directa de gasolina (como se muestra en la Figura 3) está situado para inyectar combustible hacia la cámara 44 de combustión principal la cual está definida por el pistón 20, el cilindro 28 y la culata 32. En esta Figura se muestra un inyector 44 de combustible de inyección de combustible de puerto opcional (pero no en otras - de lo contrario se supone que está ausente) posicionado para inyectar combustible hacia los puertos 34 de entrada.

20 Como se muestra en las Figuras 2 y 3, dentro de la culata 32 se proporciona un conjunto 48 de cámara de precombustión que tiene una cámara 50 de encendido en la cual se sitúa al menos una punta 52 de electrodo de un generador 54 de chispa tal como una bujía.

25 Como se muestra en la Figura 2, una vía 56 de entrada de aire hacia el puerto 34 de entrada puede pasar a través de un compresor 58 de un turbocompresor o sobrealimentador. En esta realización, se proporciona un turbocompresor 60 que tiene una turbina 62 adaptada mecánicamente para accionar el compresor 58. Una vía 64 de gases de escape pasa desde el puerto 36 de escape a través de la turbina 62, a través de un convertidor catalítico y una sección 66 silenciadora opcional y un conducto 68 de escape hasta el tubo 70 de escape. Si se desea, un interenfriador opcional (no se muestra) puede ser proporcionado tal como después del compresor 58. El turbocompresor 60 es opcional y puede eliminarse en otras realizaciones en las que se desee una aspiración natural. En otras realizaciones puede no haber ningún vínculo mecánico entre la turbina y el compresor. Por ejemplo, el compresor puede ser accionado mecánicamente por otro componente, por ejemplo, en última instancia puede ser accionado eléctricamente desde el cigüeñal o el compresor por un motor. En otras realizaciones, la turbina puede proporcionar energía eléctrica a través de un generador, algunas realizaciones que implican el accionamiento eléctrico de un motor de compresor al menos parcialmente por la turbina, y algunas realizaciones que comparten una máquina eléctrica común que actúa tanto como motor como generador en un árbol común entre la turbina y el compresor.

35 El experto en la técnica se dará cuenta de que solo una parte de las superficies CFD (dinámica de fluidos computacional) del conjunto 48 de cámara de precombustión se muestran en las Figuras 3, 4A, 4B, 4C, 4D y 4E. Lo mismo ocurre con el conjunto 48 de cámara de precombustión y las modificaciones del mismo que se muestran en las Figuras 4D, 7, 9, 11, 12, 13 y 14, estando las superficies definidas por y/o entre un inserto 72 de cámara de precombustión, el generador 54 de chispa y, opcionalmente, la culata 32.

45 El inserto 72 puede estar conectado de manera roscada en la culata 32 y el generador 54 de chispa puede estar conectado de manera roscada al inserto 72. El experto en la técnica señalará que, para fines de fabricación, el inserto puede fabricarse como al menos dos componentes interconectables. De hecho, un tal componente exterior de este tipo puede sustituirse completamente por material de la culata 32. Por ejemplo, a continuación, se describe una cámara 112 de almacenamiento en forma de L, cuyas superficies radialmente exteriores pueden estar definidas por el material de la culata 32, mientras que sus superficies radialmente interiores pueden estar definidas por el inserto 72. En algunos casos, sin embargo, tal como cuando se emplea la fabricación aditiva, se considera que el inserto 72 pueda realizarse como una parte que incluya completamente la cámara 112 de almacenamiento.

50 Además del conjunto 48 de cámara de precombustión, la Figura 4D muestra un conjunto 74 de cámara de precombustión modificado con una cámara 50 de encendido más larga, una segunda cámara 76 de precombustión modificada la cual es muy similar a la cámara 74 de precombustión modificada con la adición de un escalón 78 de caída, un tercer conjunto 80 de cámara de precombustión modificado el cual es sustancialmente el mismo que el conjunto 48 de cámara de precombustión pero con una cabeza 82 abovedada dispuesta para extenderse en la cámara 44 de combustión principal, así como un cuarto conjunto 84 de cámara de precombustión modificado el cual

es sustancialmente el mismo que el tercer conjunto 82 de cámara de precombustión modificado pero modificado para incluir un escalón 86 de volteo o característica de caída.

5 Como se muestra en la Figura 5, la cual muestra el pistón 20 aproximadamente en el punto muerto superior, la cámara 44 de combustión principal está proporcionada con al menos una característica 88, 90 de aplastamiento. Las características 88, 90 de aplastamiento favorecen las turbulencias cuando el pistón 20 se acerca al punto muerto superior.

10 Como se muestra en las Figuras 6A, 6B, 6C, 7, 8A, 8B y 8C, las cuales son vistas detalladas del conjunto 76 de cámara de precombustión modificado que se muestra en la Figura 4D, el conjunto 76 incluye una serie de seis puertos 92 de precámara cilíndricos rectos, comunicándose cada uno entre un puerto 94 de entrada cilíndrico de la cámara 50 de encendido y una salida 96 de la misma adaptada para comunicar directamente con la cámara 44 de combustión principal. Los puertos 92 de precámara están dispuestos en un patrón divergente, divergiendo unos de otros mientras se dirigen hacia las salidas 96 que comunican con la cámara 44 de combustión principal y están inclinados en un ángulo A a un eje B longitudinal de la cámara 50 de encendido de aproximadamente 30 a 65 o 70 °, por ejemplo de aproximadamente 40 a 60 °, para proporcionar chorros divergentes de gases de encendido o gases con frentes de llama hacia la cámara 44 de combustión principal tras el encendido, encendiendo rápidamente la carga en la cámara 44 de combustión principal con los beneficios asociados a la reducción del golpe. En una realización, los puertos 92 de precámara y las salidas 96 están espaciados uniformemente alrededor de la circunferencia del puerto 94 de entrada cilíndrico. En otras realizaciones, los puertos 92 de precámara y las correspondientes salidas 96 están espaciados asimétricamente, y/o los puertos 92 de precámara tienen diferentes ángulos con respecto al eje B entre sí y/o incorporan componentes tangenciales iguales o diferentes en sus direcciones, permitiendo así ventajosamente que los chorros divergentes de gases de encendido se dirijan a ubicaciones precisas dentro de la cámara 44 de combustión principal según se determine, por ejemplo, mediante modelado por ordenador, que sean más eficaces para reducir el golpe y/o promover una combustión efectiva.

25 La cámara 50 de encendido tiene una región 98 de encendido que contiene al menos la punta 52 de un electrodo 100 de tierra en forma de J del generador 54 de chispa el cual tiene forma de una bujía, y preferentemente también contiene una punta 102 de un electrodo 104 conductor central del generador 54 de chispa. La bujía 54 es una bujía de construcción generalmente convencional conocida por el experto en la técnica, que incluye, por ejemplo, una porción 106 aislante que separa el electrodo 100 de tierra del electrodo 104 conductor central. La punta 102 del electrodo 100 de tierra está situada de manera sustancial centralmente tanto de manera radial como longitudinalmente dentro de la región 98 de encendido de la cámara 50 de encendido.

35 La región 98 de encendido de la cámara 50 de encendido tiene un diámetro aproximadamente 2 a 5 veces mayor que el diámetro del puerto 94 de entrada cilíndrico (la región 98 de encendido también es circularmente cilíndrica). El diámetro del puerto 94 de entrada cilíndrico es aproximadamente de 1½ a 4 o 5 veces mayor que el diámetro de los puertos 92 de precámara. Por lo tanto, durante el encendido entre las puntas 52, 102 del electrodo o los electrodos 100, 104 más generalmente, a medida que aumenta la presión en la región 98 de encendido, los gases fluyen hacia el puerto 94 de entrada y luego a través de los puertos 92 de precámara hacia la cámara 44 de combustión principal.

40 La cámara 50 de encendido incluye una sección 108 de estrechamiento de llama entre la región 98 de encendido y el puerto 94 de entrada. Por lo tanto, el estrechamiento de la región 98 de encendido a través de la porción 108 de estrechamiento de llama en el puerto 94 de entrada tiende a acelerar el flujo y el flujo preferentemente también se acelera a medida que pasa de la cámara 94 de entrada hacia los puertos 92 de precámara ya que el área de sección transversal del puerto 94 de entrada cilíndrico es preferentemente mayor que el agregado de las áreas de sección transversal de los seis puertos 92 de precámara. En algunos ejemplos, esta área del puerto 94 de entrada cilíndrico es aproximadamente de 1,5 a 2,5 veces mayor que el área agregada de los puertos 92 de precámara. Por lo tanto, tras el encendido por el generador 54 de chispa, los chorros de gases de encendido o gases con frentes de llama que se mueven rápidamente son expulsados de los puertos 92 de precámara hacia la cámara 44 de combustión principal.

50 Como se observa más claramente en la Figura 8A, también en las Figuras 8B y 8C, la cámara 50 de encendido también incluye el escalón 78 de caída u otra característica de caída la cual se ubica en la región de la sección 108 de estrechamiento de llama entre el puerto 94 de entrada y la región 98 de encendido. El escalón 78 de caída agudo está adaptado para desprender y hacer más turbulento el flujo que lo pasa hacia la región 98 de encendido durante una carrera de compresión del pistón 20, el cual funciona bajo un ciclo de cuatro tiempos, con carreras de compresión, potencia, escape e inducción, en ese orden.

55 El escalón 78 de caída también puede aumentar la turbulencia del flujo que sale de la región 98 de encendido hacia el puerto 94 de entrada cilíndrico durante el encendido aproximadamente en el punto muerto superior al comienzo de y después durante la carrera de potencia, así como durante la carrera de inducción.

Como se muestra más claramente en la Figura 8B, pero también en la Figura 7 y al menos parcialmente en la Figura 8C, la región 98 de encendido se comunica a través de una serie de seis puertos 110 de transferencia, los cuales son orificios cilíndricos rectos, hacia el exterior a un espacio 112 de almacenamiento el cual tiene la forma de un anillo toroidal que rodea la cámara 50 de encendido. Los puertos de transferencia están generalmente equiespaciados alrededor de la región 98 de encendido, aunque los más cercanos al escalón 78 de caída están más separados, a aproximadamente 90 grados de separación, que los más alejados del escalón 78 de caída, los cuales están a aproximadamente 70 grados de separación entre sí.

El anillo 112 toroidal, el cual también puede denominarse ranura, tiene una sección transversal en forma de L en secciones coincidentes con el eje B longitudinal, como se muestra en las Figuras 8C, 8B y 8A.

En un ejemplo, el volumen de la cámara 50 de encendido es de aproximadamente 1000 milímetros cúbicos y el volumen del anillo 112 toroidal es de aproximadamente 200 a 250 milímetros cúbicos. La relación de estos volúmenes es, por lo tanto, de aproximadamente entre 4:1 y 5:1. En otras realizaciones, esta relación puede ser mayor o menor.

Siendo el motor 12 un motor de gasolina de encendido por chispa adaptado para funcionar con un octanaje de aproximadamente 90 a 99 RON, o mayor, por ejemplo, 100 RON, la relación de compresión puede elegirse por encima de 8:1, tal como de aproximadamente 10 a 13,5 o 14:1, por ejemplo, de aproximadamente 10: a 11:1. La relación de compresión puede ser mayor que la relación que es el volumen y la cámara 50 de encendido dividido por el volumen del espacio 112 de almacenamiento, tal como aproximadamente de 2 a 5 veces mayor. En algunas realizaciones, el volumen de la cámara 50 de encendido puede ser aproximadamente del 1 al 2 % del volumen de la cámara de combustión principal en el punto muerto superior y el volumen del anillo toroidal o cámara 112 de almacenamiento puede ser aproximadamente del 20 al 25 % pf del volumen de la cámara 50 de encendido.

El espacio 112 de almacenamiento está completamente sellado sin otra comunicación que no sea directamente hacia la región 98 de encendido a través de los puertos 110 de transferencia. La relación de compresión relativamente alta permite una evacuación significativa de la región 98 de encendido con nueva mezcla de combustible/aire durante la carrera de compresión, siendo la expulsión, al menos parcialmente, hacia el espacio 112 de almacenamiento a través de los puertos 110 de transferencia. Esto tiene el beneficio significativo de que los residuos de gases de escape los cuales estaban en la región 98 de encendido de la carrera de potencia se limpian sustancialmente fuera de la región 98 de encendido durante la carrera de compresión, proporcionando una mezcla excelente para el encendido en la región de los electrodos 100, 104 con sólo un bajo porcentaje de residuos de gases de escape presentes allí en el encendido. En consecuencia, incluso a baja velocidad con baja carga e incluso si el encendido se retarda y el motor está funcionando en una fase de calentamiento del convertidor catalítico, puede ser probable que se garantice un encendido confiable en las realizaciones más preferentes. Sin embargo, el escalón 78 de caída, el cual es opcional, se considera más ventajoso para ayudar a expulsar la región 98 de encendido hacia el espacio 112 de almacenamiento antes del encendido, proporcionando turbulencia adicional beneficiosa, por lo tanto, mezclando y expulsando la región 98 de encendido. En algunas realizaciones, el posicionamiento de los puertos 110 de transferencia en relación con el escalón 78 de caída puede optimizarse selectivamente de modo que mejore este efecto, y también mejore la expulsión del espacio 112 de almacenamiento entre ciclos, por ejemplo: posicionando uno o más de los puertos 110 de transferencia relativamente cerca de una región de turbulencia mejorada producida por el escalón 78 de caída; o posicionando un primer puerto 110 de transferencia relativamente cerca de una región de turbulencia mejorada producida por el escalón 78 de caída, y posicionando un segundo puerto 110 de transferencia relativamente lejos de una región de turbulencia mejorada, produciendo así una diferencia de presión entre el primer y segundo puertos 110 de transferencia lo cual promueve un flujo a través del espacio 112 de almacenamiento. La magnitud de este flujo influye en la proporción de un volumen de gas que se retiene en el espacio 112 de almacenamiento desde un ciclo dado hasta el ciclo siguiente en comparación con un volumen de gas que se introduce recientemente en el espacio 112 de almacenamiento en el ciclo siguiente. Manipulando esta proporción, se pueden obtener características de combustión ventajosas.

Una modificación que se muestra en la Figura 9 al conjunto 76 de cámara de precombustión para producir un conjunto 114 de cámara de precombustión modificado adicionalmente proporciona puertos 110 de transferencia con un componente tangencial, el cual proporciona velocidades mayores dentro del espacio 112 de almacenamiento durante la inserción de gas durante la carrera de compresión que en el conjunto 76 de cámara de precombustión. Como muestra la escala de grises de la velocidad en la Figura 9, en el conjunto 76 de cámara de precombustión modificado hay proporciones significativas del espacio 112 de almacenamiento con velocidades por debajo de 5 metros por segundo. Por el contrario, en el conjunto 114 de cámara de precombustión modificado adicionalmente hay proporciones significativas del volumen del espacio 112 de almacenamiento en las que la velocidad está por encima de 10 metros por segundo, es decir, en una dirección del sentido contrario al sentido horario, como se muestra en la Figura 9. Por lo tanto, esto es indicativo en esta simulación CFD que la alineación de los puertos 110 de transferencia con un componente tangencial promueve de manera beneficiosa el movimiento en el espacio 112

de almacenamiento durante la carrera de compresión y es indicativo que en las carreras de escape e inducción cuando hay una caída de presión dentro de la cámara 50 de encendido, los gases en la cámara 112 de almacenamiento serán expulsados efectivamente al menos de manera parcial. Esto, por lo tanto, promueve la sustitución de los gases en el espacio de almacenamiento de modo que las mismas moléculas no son simplemente un ciclo de entrada y salida, sino que son evacuados y sustituidos por otras moléculas a medida que funciona el motor 12. Del mismo modo, el tamaño asimétrico, se pueden emplear el espaciado, y/o la dirección de los puertos 110 de transferencia, en realizaciones, para promover la evacuación de los gases en el espacio 112 de almacenamiento. Además, el posicionamiento de los puertos 110 de transferencia en relación con la región 98 de encendido puede elegirse de modo que se maximice la proporción de gases gastados con respecto a la mezcla fresca que se transfiere hacia el espacio 112 de almacenamiento, minimizando así el paso de mezcla fresca más allá de la región 98 de encendido hacia el espacio 112 de almacenamiento, y maximizando así la proporción de mezcla fresca con respecto a los gases gastados que permanecen en la región 98 de encendido alrededor del momento del encendido (por ejemplo, cuando el cigüeñal está en o cerca del punto muerto superior). Por ejemplo, la ubicación de los puertos 110 de transferencia más cerca de los puertos 92 de precámara promueve el llenado del espacio 112 de almacenamiento con mezcla fresca tras la carrera de compresión, mientras que la ubicación de los puertos 110 de transferencia más cerca de la región 98 de encendido promueve el llenado del espacio 112 de almacenamiento con gases gastados. Los volúmenes relativos de la cámara 44 de combustión principal, la cámara 50 de encendido, y el espacio 112 de almacenamiento pueden ajustarse ventajosamente de modo que, en cada carrera de compresión, la mezcla fresca alcance la región 98 de encendido, pero no fluya significativamente más allá de la región 98 de encendido hacia el espacio 112 de almacenamiento, maximizando así la eficiencia con la cual la mezcla se quema en la cámara 50 de encendido. Por ejemplo, el aumento del volumen del espacio 112 de almacenamiento en relación con el volumen de la cámara 50 de encendido tenderá a aumentar el volumen de gas que fluye más allá de la región 98 de encendido en el espacio 112 de almacenamiento, y el aumento del volumen de la cámara 44 de combustión principal en relación con los volúmenes del espacio de almacenamiento y la cámara 50 de encendido tenderá a aumentar el volumen de gas que fluye hacia los dos en la carrera de compresión.

Las características (particularmente incluyendo el espacio 112 de almacenamiento, el escalón 78 de caída, la arandela deformable, la superficie de interfaz plana, y las características de refinamiento asociadas) descritas en la presente memoria son particularmente ventajosas para mejorar la operación de una cámara de precombustión de encendido "pasiva" que no tiene provisión para inyección interna de combustible/mezcla fresca (aparte de la mezcla fresca que es presionada en la cámara de precombustión desde la cámara 44 de combustión principal durante la carrera de compresión), sin embargo las características descritas son también correspondientemente ventajosas cuando se utiliza una cámara de precombustión "activa" que tiene provisión para inyección interna de combustible/mezcla.

La Figura 10 muestra los porcentajes de residuos de gases de escape y la turbulencia para diversas configuraciones simuladas con el acelerador completamente abierto (WOT). Los porcentajes de residuos de gases de escape y las turbulencias se representan en escala de grises.

En los diagramas de porcentajes de residuos de gases de escape, se observa que una cámara de precombustión sin ningún espacio 112 de almacenamiento ni escalón de caída tiene un alto porcentaje de residuos de gases de escape de acuerdo con el análisis CFD, en la región del 17 al 20 % en el momento previsto de encendido, siendo probable que este alto porcentaje provoque un fallo de encendido. Con el conjunto 74 de cámara de precombustión modificado que tiene un espacio 112 de almacenamiento, pero sin escalón de caída, se observa que el porcentaje de residuos de gases de escape en el momento de encendido propuesto es ciertamente inferior al 12 o incluso inferior al 10 %. Por el contrario, dentro del espacio 112 de almacenamiento, el porcentaje de residuos de gas de escape se simula como alto, es decir, aparentemente entre aproximadamente 16 y 20 %, lo que indica que los residuos de gas de escape dentro de la cámara 50 de encendido se han purgado con éxito hacia el espacio 112 de almacenamiento. Se logran resultados excelentes similares en la simulación CFD en el conjunto 76 de cámara de precombustión modificado que tiene el escalón 78 de caída. La simulación de turbulencia indica una turbulencia mejorada, especialmente alrededor de los electrodos 104, 100, lo cual mejorará aún más la combustión en el conjunto 76 de cámara de precombustión en comparación con la cámara 74 de precombustión y la disposición sin espacio 112 de almacenamiento en forma de anillo.

Las simulaciones en la Figura 11 también se realizan con el acelerador completamente abierto y muestran una serie de vistas de abajo arriba y de sección lateral contra el ángulo de tiempo/ manivela, como apreciará el experto en la técnica. Las dos vistas de la izquierda están aproximadamente en el punto muerto superior después de la carrera de compresión y se observa que el encendido se está produciendo dentro de la región 98 de encendido y, de hecho, en el espacio 112 de almacenamiento. Las dos vistas siguientes muestran que se han expulsado fuertes chorros de gases de encendido hacia la cámara 44 de combustión principal con una combustión de llama divergente alejándose del eje central del conjunto 76 de cámara de precombustión. En las vistas posteriores se representa la propagación del frente de llama extendiéndose por todo el volumen de la cámara 44 de combustión principal.

La Figura 12 muestra gráficos del acelerador completamente abierto de combustible quemado y presión de cilindro (PCYL) contra el ángulo de tiempo/manivela. El gráfico de combustible quemado muestra que en ambas disposiciones, PCC EGR y PCC EGR más caída, es decir, utilizando el conjunto 74 de cámara de precombustión sin un escalón de caída y el conjunto 76 de cámara de precombustión con un escalón de caída (ambos con un espacio 112 de almacenamiento en forma de anillo), la quema de combustible es más rápida debido a una propagación más rápida del frente de llamas que en la cámara estándar que se muestra en la Figura 10, así como en el conjunto de cámara de precombustión sin un espacio 112 de almacenamiento que se muestra en la Figura 10. La cámara de precombustión con el escalón 78 de caída y el espacio 112 de almacenamiento de residuos de gases de escape tiene el mejor rendimiento. Lo mismo ocurre en el gráfico de presión del cilindro, en el que se puede observar que la suma de la presión del cilindro a lo largo del tiempo es mayor utilizando el conjunto 76 de cámara de precombustión que tiene el escalón 78 de caída y el espacio 112 de almacenamiento, con la disposición 74 con el espacio 112 de almacenamiento de residuos de gases de escape, pero sin el escalón de caída esté justo por debajo en segundo lugar. Está claro que, en el acelerador completamente abierto, a partir de esta simulación, habrá una alta mejora de golpe, así como menores residuos de gases de escape cerca de la bujía utilizando las disposiciones en las presentes realizaciones que tienen el espacio 112 de almacenamiento.

Las Figuras 13, 14 y 15 muestran los resultados CFD para baja velocidad con baja carga, es decir, en una configuración de prueba de 2000x2, la cual es a 2000 RPM a 2 bar BMEP. Incluso a esta baja velocidad/carga, las disposiciones 74, 76 con el espacio 112 de almacenamiento muestran bajos niveles de residuos de gases de escape cerca de los electrodos 100, 104 de bujía en el momento propuesto para el encendido. Por el contrario, utilizando una cámara de precombustión sin el espacio 112 de almacenamiento de las realizaciones descritas, se muestra que hay un nivel muy alto de residuos de gases de escape cerca de los electrodos 100, 104 de bujía.

Esto significa que es muy probable que el encendido sea confiable utilizando los conjuntos 74, 76 de cámara de precombustión, aunque el encendido puede fallar por completo en el conjunto 116 de cámara de precombustión sin el espacio 112 de almacenamiento de las realizaciones descritas. Del mismo modo, las simulaciones del frente de llamas de la Figura 14 muestran una excelente propagación del frente de llama en la condición de baja carga.

Como se muestra en la Figura 15, con el conjunto 116 de cámara de precombustión sin el espacio 112 de almacenamiento o el escalón de caída, se simula que se produce un fallo de encendido con resultados muy bajos de quema de combustible y presión de cilindro representados en los gráficos. Por el contrario, con la disposición del conjunto 76 de cámara de precombustión que tiene el espacio 112 de almacenamiento y el escalón 78 de caída, los gráficos de la quema de combustible y la presión del cilindro son muy similares a los de la cámara estándar que se muestra en la Figura 12, la cual no tiene cámara de precombustión, pero los electrodos de la bujía se encuentran de una forma más tradicional dentro de la cámara 44 de combustión principal. Por lo tanto, con las disposiciones 74, 76 que tienen el espacio 112 de almacenamiento incluso a baja velocidad/carga, los residuos de gases de escape están bien almacenados dentro del espacio 112 de almacenamiento en forma de ranura/anillo toroidal en el momento del encendido y no hay ningún problema de encendido.

En consecuencia, desde la baja carga hasta el acelerador completamente abierto, se simula que se logra un rendimiento de combustión excelente.

La Figura 16 muestra una disposición revisada en la cual la cámara 112 de almacenamiento está situada más lejos de la cámara 44 de combustión principal que los electrodos 100, 104 de bujía. Los electrodos 100, 104 están longitudinalmente entre los puertos 110 de transferencia y los puertos 92 de precámara, lo cual puede proporcionar una expulsión ventajosa de la región 98 de encendido de los residuos de gases de escape, ya que el flujo puede pasar directamente más allá de los electrodos 100, 104 en el camino desde los puertos 92 de precámara a los puertos 110 de transferencia y la cámara 11 de almacenamiento. En determinados casos tales como éste, los grandes puertos 110 de transferencia (los cuales alternativamente pueden considerarse una región de purga intermedia) pueden considerarse parte del espacio 110 de almacenamiento.

En una realización ventajosa, con referencia a la Figura 17, un cuerpo 1700 generalmente tubular de la cámara de encendido, que tiene una porción 1705 que tiene un diámetro exterior, está dispuesto para ser insertado dentro de un vacío cilíndrico en la culata 1710, siendo el diámetro exterior de la porción 1705 más pequeño que un diámetro interior de una porción correspondiente del vacío cilíndrico de tal manera que existe entre ellos un espacio correspondiente a la cámara 1730 de almacenamiento en una región a lo largo del eje del cuerpo 1700. En dicha realización, se proporciona un hombro 1780 de diámetro aumentado en el cuerpo 1700 de tal manera que cuando el cuerpo 1700 se inserta en el vacío cilíndrico de la culata 1710, el hombro 1780 del cuerpo 1700 se asienta contra una primera porción 1750 de asiento en un límite del vacío cilíndrico de la culata 1710, delimitando así un primer extremo axial de la cámara 1730 de almacenamiento. En dicha realización, el cuerpo 1700 tiene además un anillo circunferencial o estribo 1760, el cual se asienta contra una segunda porción 1770 de asiento de la culata 1710 cuando el cuerpo 1700 se inserta en la culata 1710, delimitando así un segundo extremo axial de la cámara 1730 de

almacenamiento. El estribo 1760 está situado axialmente alejado de la punta de la cámara de encendido en comparación con el hombro 1780, y de manera similar la segunda porción 1770 de asiento está situada axialmente alejada de la cámara de combustión principal en comparación con la primera porción 1750 de asiento en el vacío cilíndrico de la culata 1710. En una realización, el cuerpo 1700 tiene una porción 1740 roscada o de ajuste de interferencia la cual se acopla con una porción correspondiente de la culata 1710 para retener el cuerpo 1700 en la culata 1710, y una arandela 1720 deformable (por ejemplo, una arandela de aplastamiento de cobre o aluminio) está situada entre el estribo 1760 y la segunda porción 1770 de asiento de la culata 1710 de modo que efectúe un sellado hermético al gas. La naturaleza de aplastamiento de la arandela 1720 deformable permite que el asiento del hombro 1780 del cuerpo 1700 contra la primera porción 1750 de asiento de la culata, para sellar un primer extremo axial de la cámara 1730 de almacenamiento, pueda efectuarse de manera más fácil y prácticamente en tándem con el asiento del estribo 1760 contra la segunda porción 1770 de asiento para sellar un segundo extremo axial de la cámara 1730 de almacenamiento, por ejemplo, sin requerir tolerancias de mecanizado excesivamente pequeñas para hacer coincidir la dimensión entre el hombro 1780 y el estribo 1760 del cuerpo 1700 con la dimensión entre las porciones de asiento primera 1750 y segunda 1770 de la culata. Los puertos 110 de transferencia (no se muestran en la Figura 17) pueden formarse ventajosamente en la pared del cuerpo 1700 en la región correspondiente a la porción 1705 de tal manera que los puertos 110 de transferencia proporcionen que la cámara 50 de encendido se comunique con la cámara 1730 de almacenamiento así formada cuando el cuerpo 1700 se instala en la culata 1710. Por lo tanto, se proporciona una cámara de encendido que se comunica con una cámara 1730 de almacenamiento de manera conveniente, fácil y barata.

Opcionalmente, dicho cuerpo 1700 de la cámara de encendido puede incorporar una o más características tales como una ranura o sección 1715 adelgazada, perforación y/o mejora del área de superficie para interconectarse con un canal de refrigeración y/o refrigerante en una culata 1710 en la cual se instala la cámara de encendido cuando está en uso. Tales características mejoran ventajosamente la transferencia de calor desde el cuerpo 1700 de la cámara de encendido al refrigerante que circula por la culata 1710, reduciendo así las temperaturas y, por tanto, reduciendo, al menos en cierta medida, la tendencia al preencendido dentro de la cámara de encendido. Por encima de dicha ranura 175, se pueden emplear una o más juntas 1785 tóricas para sellar el canal de refrigeración del exterior del motor.

Con referencia a la Figura 18, en una realización alternativa, el cuerpo 1800 de la cámara de encendido está rodeado por un collarín 1810 en la región de los puertos 110 de transferencia, de tal manera que la cámara 1830 de almacenamiento está formada entre el cuerpo 1800 y el collarín 1810, el cual está sellado alrededor del cuerpo 1800 (por ejemplo, por ajuste de interferencia y/o soldadura) y por lo tanto proporciona ventajosamente la contención de los gases EGR en el caso de que la arandela 1720 deformable no sea capaz de proporcionar un sello hermético al gas. Además, en algunas realizaciones, la punta 1820 del cuerpo 1800 de cámara de encendido es sustancialmente plana como se muestra en la Figura 18 (en otras palabras, cada puerto de precámara interactúa con una superficie de la cámara de combustión principal la cual es sustancialmente plana, aunque en otras realizaciones la punta 1820 puede estar convexamente abovedada al menos hasta cierto punto), lo cual es ventajoso en términos de reducir la transferencia de calor de la combustión hacia el cuerpo 1800 de la cámara de encendido, lo cual reduce la tendencia de golpe. Además, no se muestra en las Figuras, la parte superior del cuerpo 1700, 1800, puede estar proporcionada con una porción tubular que se extiende fuera de la culata a lo largo del eje del cuerpo 1700, 1800, y proporcionada con una cabeza de sujetador hueca (por ejemplo, una tuerca de anillo hexagonal, cuyo interior permite la fijación de un cable de encendido a la bujía en la cámara de encendido) para el acoplamiento con una herramienta para impulsar rotacionalmente la porción 1740 roscada en el acoplamiento con una rosca correspondiente en la culata.

Se pueden realizar diversas modificaciones a las realizaciones preferentes descritas en la presente memoria sin apartarse del ámbito de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto (76) de cámara de precombustión para un motor de encendido por chispa, teniendo el conjunto: una cámara (50) de encendido adaptada para contener al menos un electrodo (100) de un generador (54) de chispa; estando la cámara (50) de encendido adaptada para comunicarse con una cámara (44) de combustión principal de motor a través de al menos un puerto (92) de precámara; en el que la cámara (50) de encendido se comunica para eliminar de la misma los residuos de gases de escape a una cámara (112) de almacenamiento distinta a través de al menos un puerto (110) de transferencia;
- 5 **caracterizado porque** la cámara (50) de encendido incluye un canal (94) de entrada que conduce desde cada uno de dicho puerto (92) de precámara en una dirección hacia una región (98) de encendido de la cámara de encendido (50), teniendo la región (98) de encendido una sección transversal mayor que el canal (94) de entrada, en el que el canal (94) de entrada es sustancialmente un cilindro circular y la región (98) de encendido es sustancialmente cilíndrica circularmente, y en el que el canal (94) de entrada y la región (98) de encendido están unidos por una pared (108) de conexión de cámara de abocardado; y en el que la cámara (50) de encendido incluye una característica (78) de caída adaptada para promover la caída del flujo, y la característica (78) de caída está situada en la región de la pared (108) de cámara de abocardado.
- 10
- 15
2. Un conjunto (76) según lo reivindicado en la reivindicación 1, en el cual el canal (94) de entrada y la región (98) de encendido son coaxiales.
- 20
3. Un conjunto (76) según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en el que la región (98) de encendido tiene un diámetro comprendido entre 2 y 5 veces el del canal de entrada (94).
4. Un conjunto (76) según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en el cual la característica (78) de caída es una superficie escalonada; y opcionalmente la característica (78) de caída está adaptada para estar generalmente alineada de manera radial con un electrodo de tierra de un generador (54) de chispas que se va a montar con el conjunto (76) de cámara de precombustión.
- 25
5. Un conjunto (76) según lo reivindicado en la reivindicación 1, en el cual la cámara (50) de encendido tiene una dirección longitudinal y está adaptada para conectarse en un extremo de la misma a un generador (54) de chispas orientado sustancialmente de manera coaxial en la forma de una bujía; y opcionalmente en el que la cámara (50) de encendido está adaptada para contener una punta de un electrodo de tierra de una bujía sustancialmente en el centro de manera radial y/o longitudinalmente de la región (98) de encendido.
- 30
6. Un conjunto (76) según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en el cual:
- 35
- las características de pared de la cámara (50) de encendido cerca de donde se va a contener un generador (54) de chispas son de un material de conductividad de calor relativamente alta, tal como un material de cobre-berilio; y/o
- las características de pared de la cámara (50) de encendido distal desde donde se va a contener un generador (54) de chispas son de un material de conductividad de calor relativamente baja y, opcionalmente, son de acero y, además, opcionalmente, son de acero inoxidable 316.
- 40
7. Un conjunto (76) según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en el cual se proporciona una serie de dichos puertos (92) de precámara, preferentemente configurados en un patrón equiespaciado; y opcionalmente los puertos (92) de precámara están orientados en un patrón en el cual divergen unos de otros en una dirección que se aleja de la cámara (50) de encendido, y además opcionalmente los puertos (92) de precámara son tubos cilíndricos rectos cada uno orientado en un ángulo divergente a partir de una dirección longitudinal de la cámara (50) de encendido de aproximadamente 30 a 60 °, y aun opcionalmente además hay seis dichos puertos (92) de precámara y el diámetro del canal (94) de entrada es de aproximadamente 2 a 4 veces el diámetro de cada puerto (92) de precámara.
- 45
- 50
8. Un conjunto (76) según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en el cual la cámara (112) de almacenamiento está adaptada para ser ubicada dentro de un conjunto (32) de culata para un motor (12).
9. Un conjunto (76) según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en el cual la cámara de almacenamiento tiene forma de anillo toroidal situado alrededor de la cámara (50) de encendido, y opcionalmente la forma de anillo toroidal tiene una sección transversal generalmente en forma de L, o una sección transversal en forma de I-, J-, T-, circular, elíptica, generalmente rectangular o poligonal.
- 55

- 5 10. Un conjunto (76) según lo reivindicado en la reivindicación 9, el cual incluye una serie de dichos puertos (110) de transferencia que se comunican en ubicaciones separadas dentro de la cámara (50) de encendido; en el que al menos uno de dichos puertos (110) de transferencia está dispuesto en comunicación en la cámara (50) de encendido en una primera posición longitudinal de la cámara (50) de encendido, en el que al menos una punta de electrodo de un generador (54) de chispa está longitudinalmente entre la primera ubicación longitudinal y un puerto (92) de precámara; y
- 10 opcionalmente, en el que cada uno de dicho puerto (110) de transferencia tiene una dimensión transversal o diámetro el cual está entre el 5 % y el 20 %, por ejemplo, aproximadamente el 10 % de una dimensión transversal o diámetro de una región (98) de encendido de la cámara de encendido; y
- opcionalmente, en el que cada uno de dicho puerto (110) de transferencia está dispuesto en una dirección la cual es una dirección sustancialmente radial, o que tiene una componente tangencial, cuando se observa a lo largo de una dirección longitudinal del conjunto (76).
- 15 11. Un conjunto (76) según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en el cual la cámara (50) de encendido tiene un volumen mayor que la cámara (112) de almacenamiento, tal como aproximadamente de 2 a 10 veces mayor, por ejemplo, aproximadamente de 4 a 6 veces mayor.
- 20 12. Un conjunto (76) según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior, el cual es pasivo, que no tiene ningún puerto para la inyección directa de combustible en la cámara (50) de encendido.
- 25 13. Una culata (32) para un motor (12), incluyendo la culata (32) un conjunto (76) según lo reivindicado en cualquier reivindicación anterior.
- 30 14. Un motor (12) que incluye una culata (32) según lo reivindicado en la reivindicación 13, y opcionalmente:
- en el que el motor (12) tiene un inyector de inyección directa de gasolina (GDI) que se comunica directamente con una cámara (44) de combustión principal del mismo, incluyendo opcionalmente un inyector de inyección de combustible de puerto (PFI) que se comunica directamente con un puerto de entrada de aire para la cámara (44) de combustión principal; y/o
- en el que el motor (12) no tiene ningún generador de encendido para la cámara (44) de combustión principal a la cual está conectado el conjunto (76) de cámara de precombustión que no sea un único generador de encendido conectado con al menos un electrodo (100) de encendido del mismo situado dentro de la cámara (50) de encendido.
- 35 15. Un vehículo (10) de motor que incluye un conjunto (76) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, una culata (32) de acuerdo con la reivindicación 13, o un motor (12) de acuerdo con la reivindicación 14.

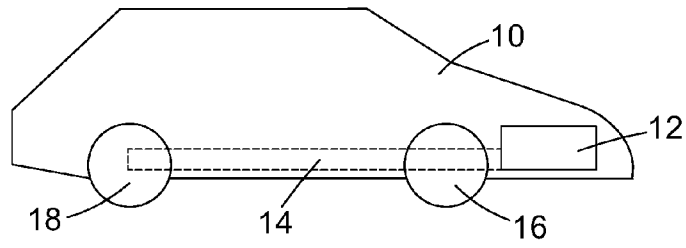


Fig. 1

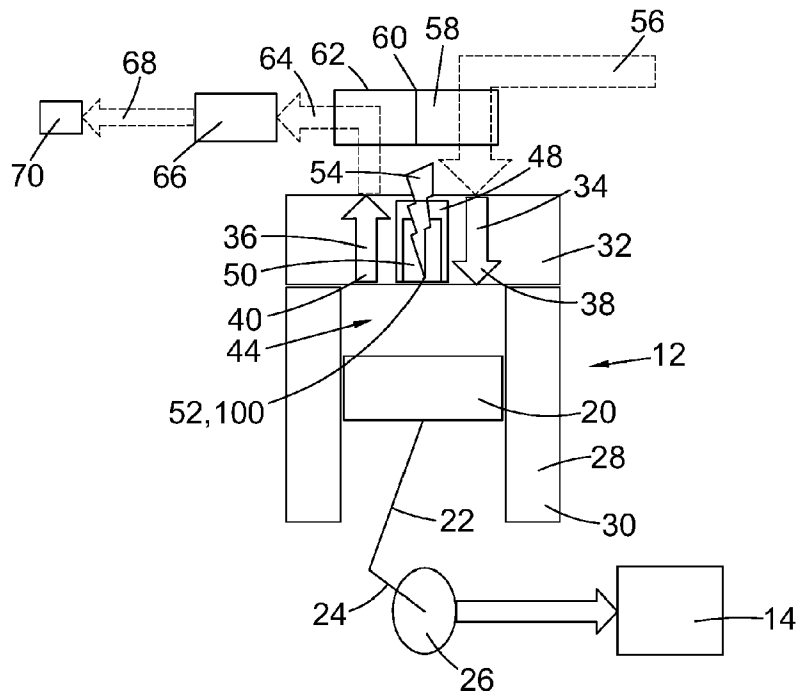


Fig. 2

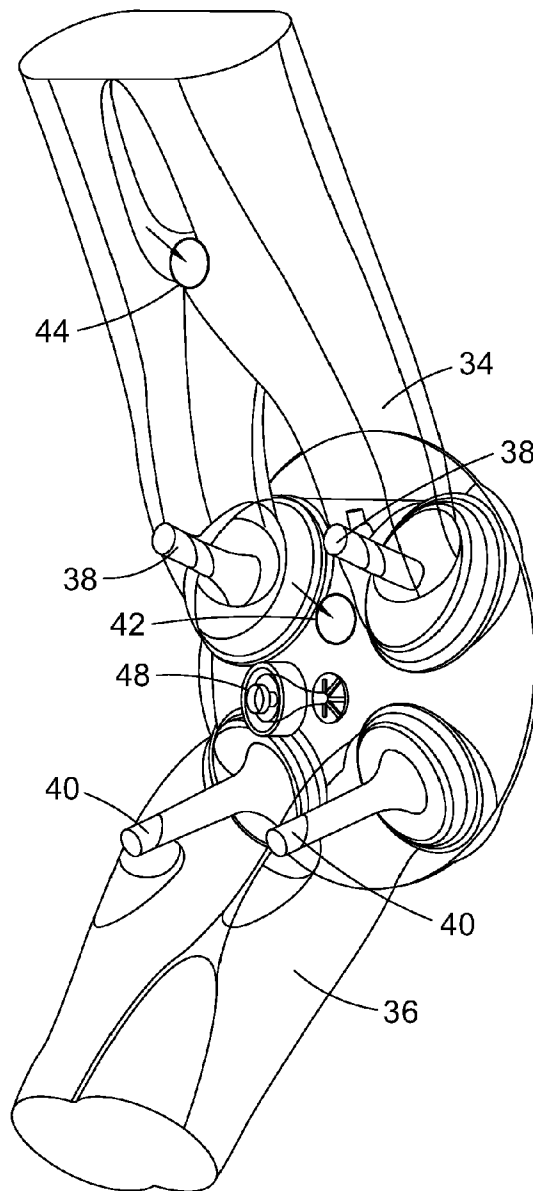


Fig. 3

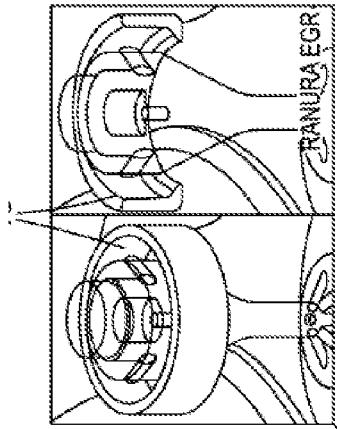


Fig. 4A

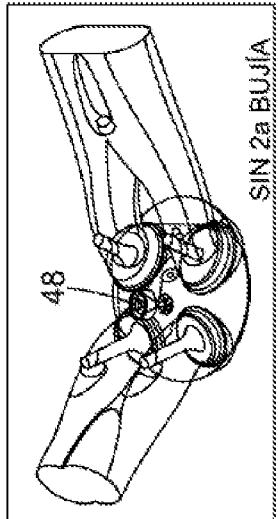


Fig. 4B

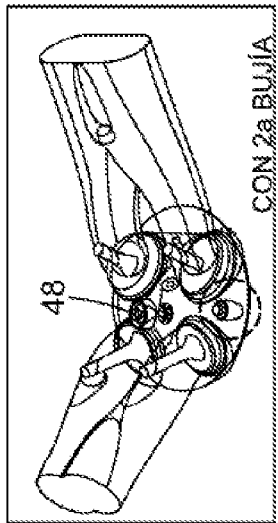


Fig. 4C

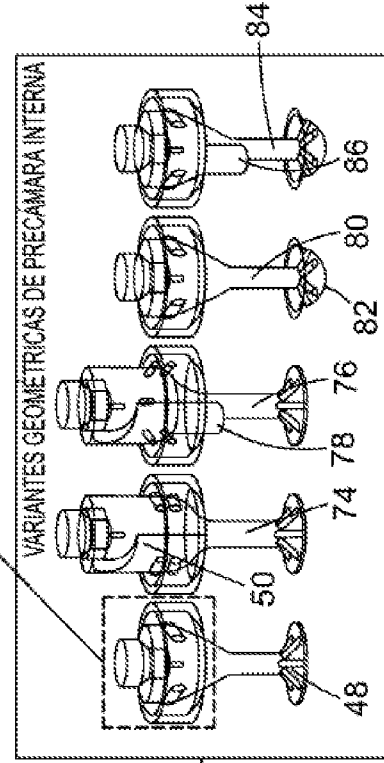


Fig. 4D

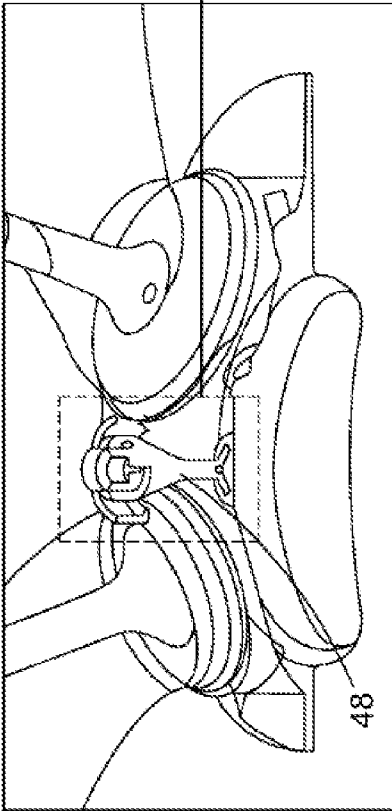


Fig. 4E

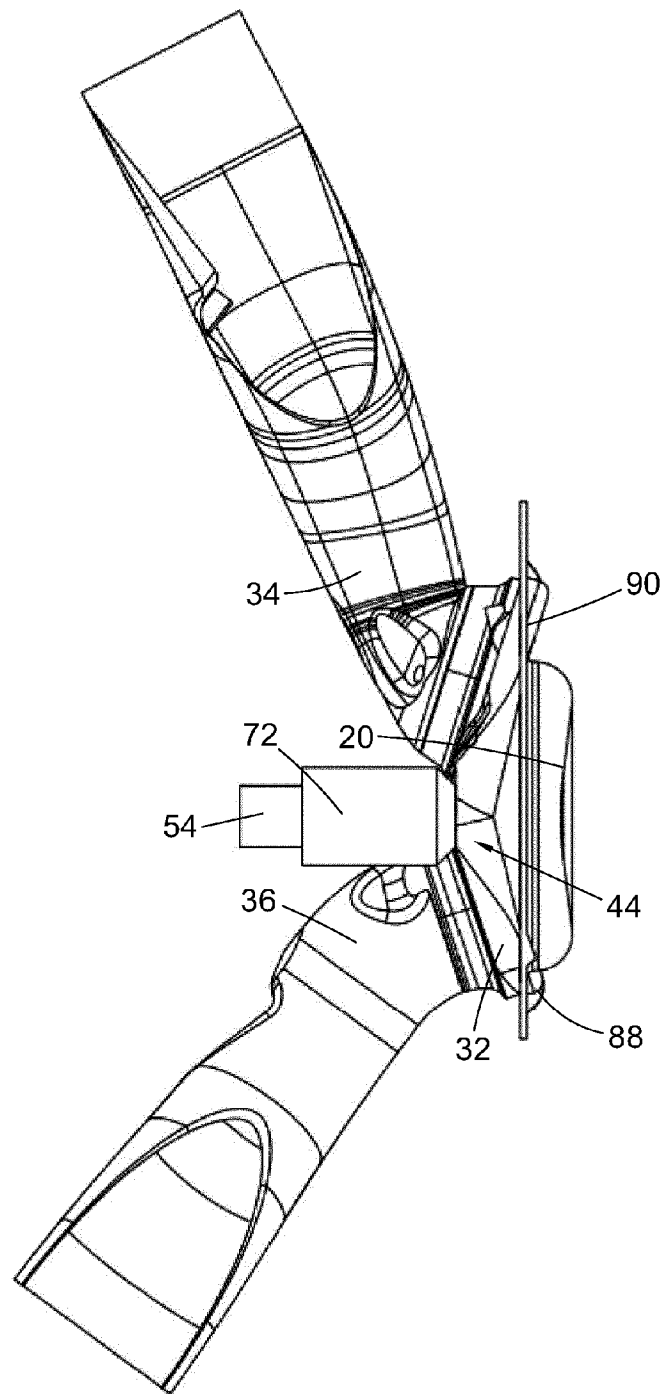


Fig. 5

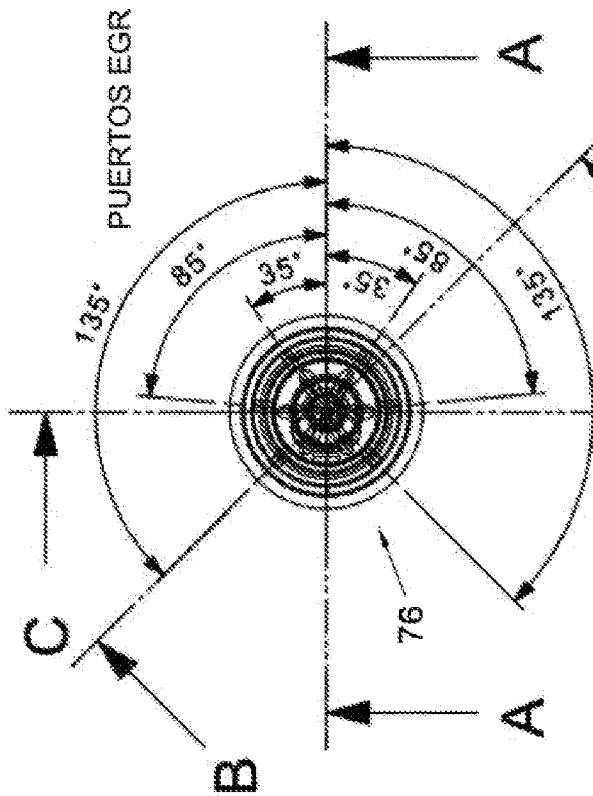


Fig. 6A

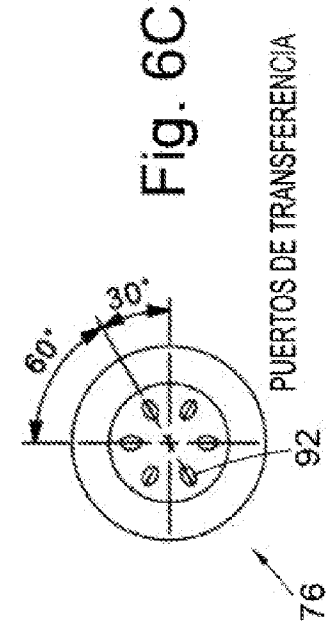


Fig. 6C

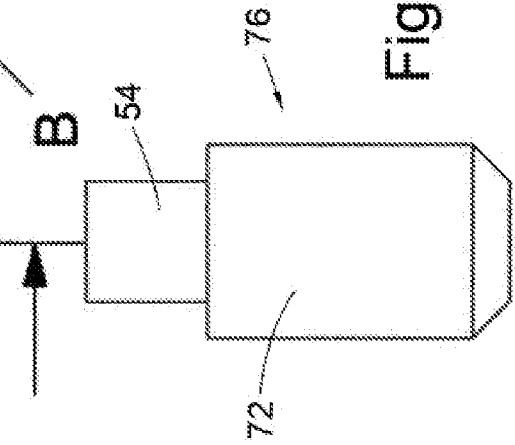


Fig. 6B

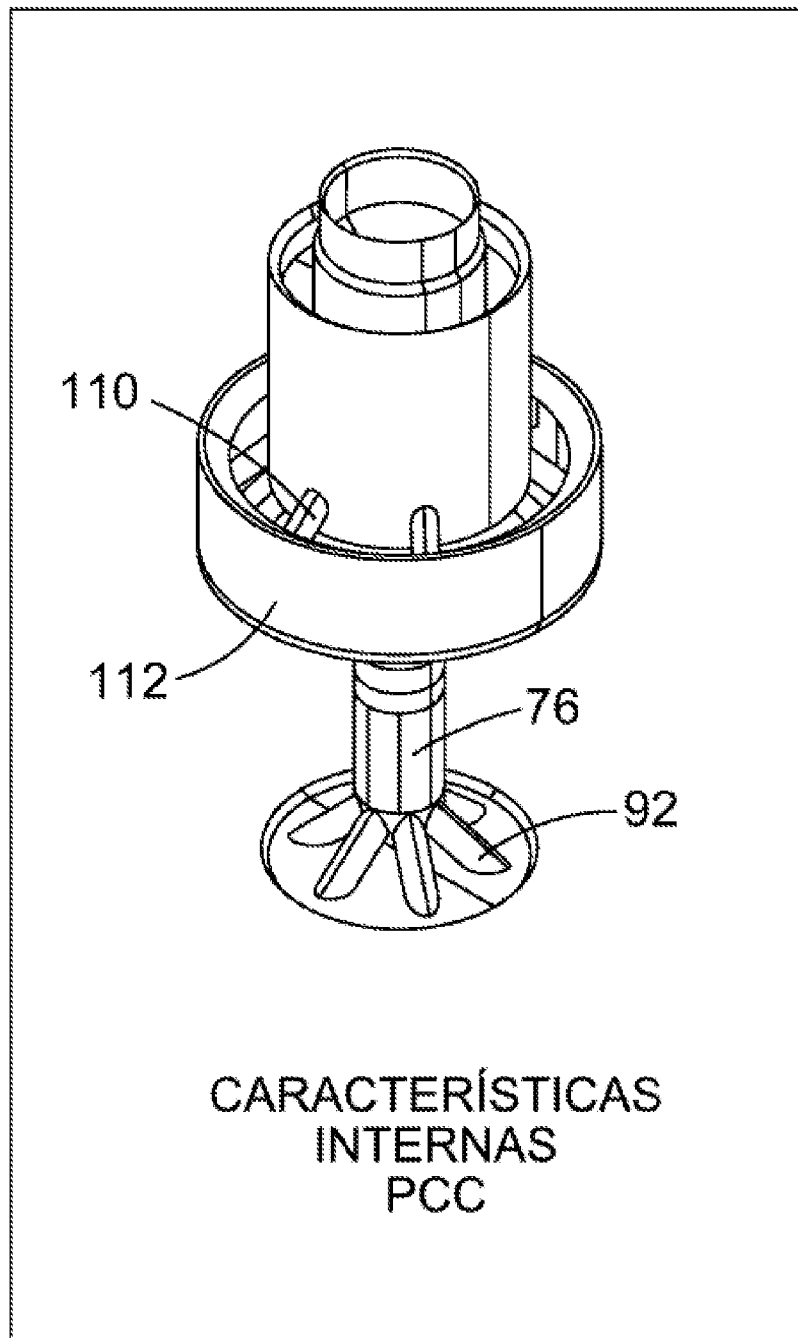


Fig. 7

SECCIÓN A-A
CÁMARA DE CAÍDA

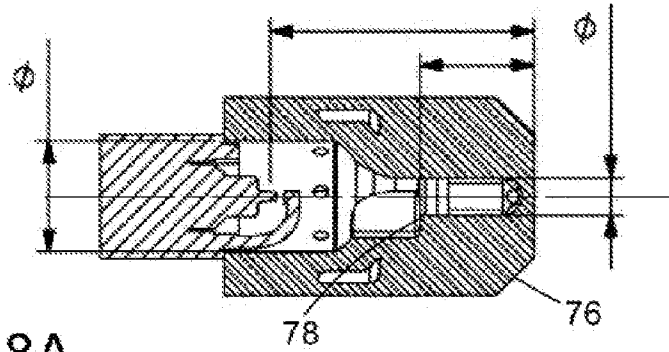


Fig. 8A

SECCIÓN B-B
PUERTOS EGR

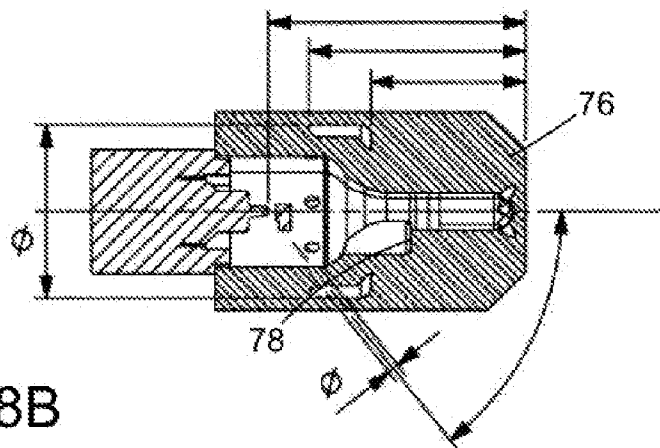


Fig. 8B

SECCIÓN C-C
PUERTOS DE TRANSFERENCIA

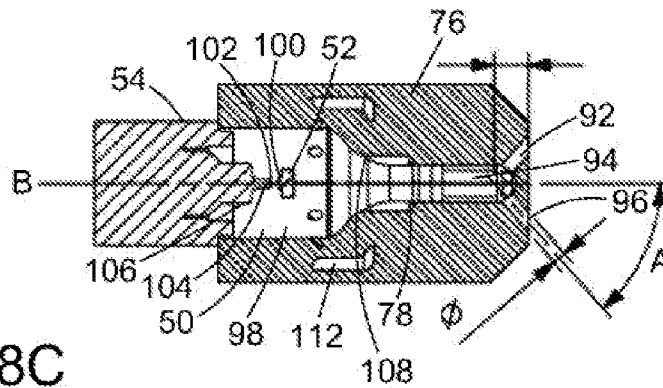


Fig. 8C

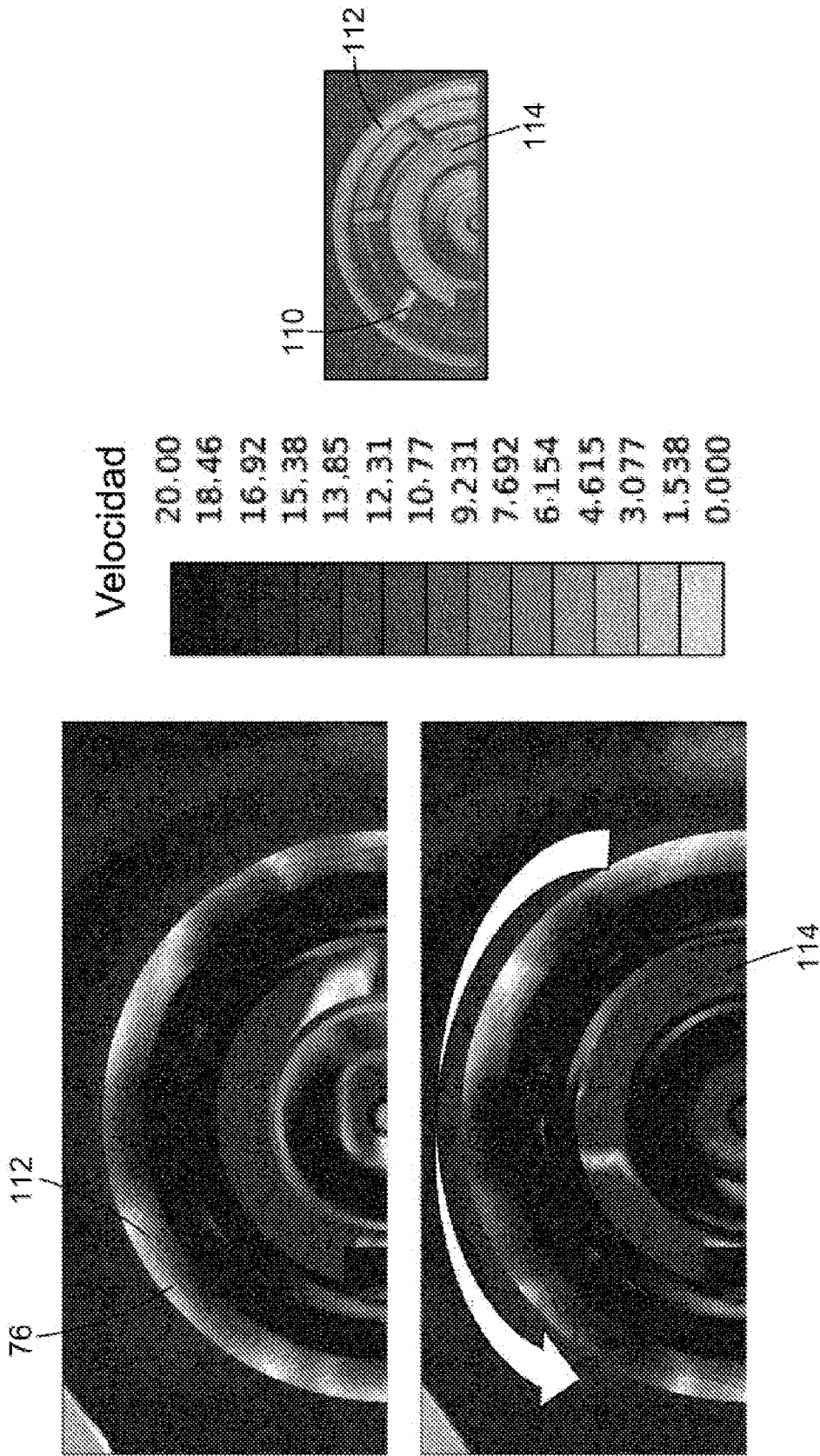


Fig. 9

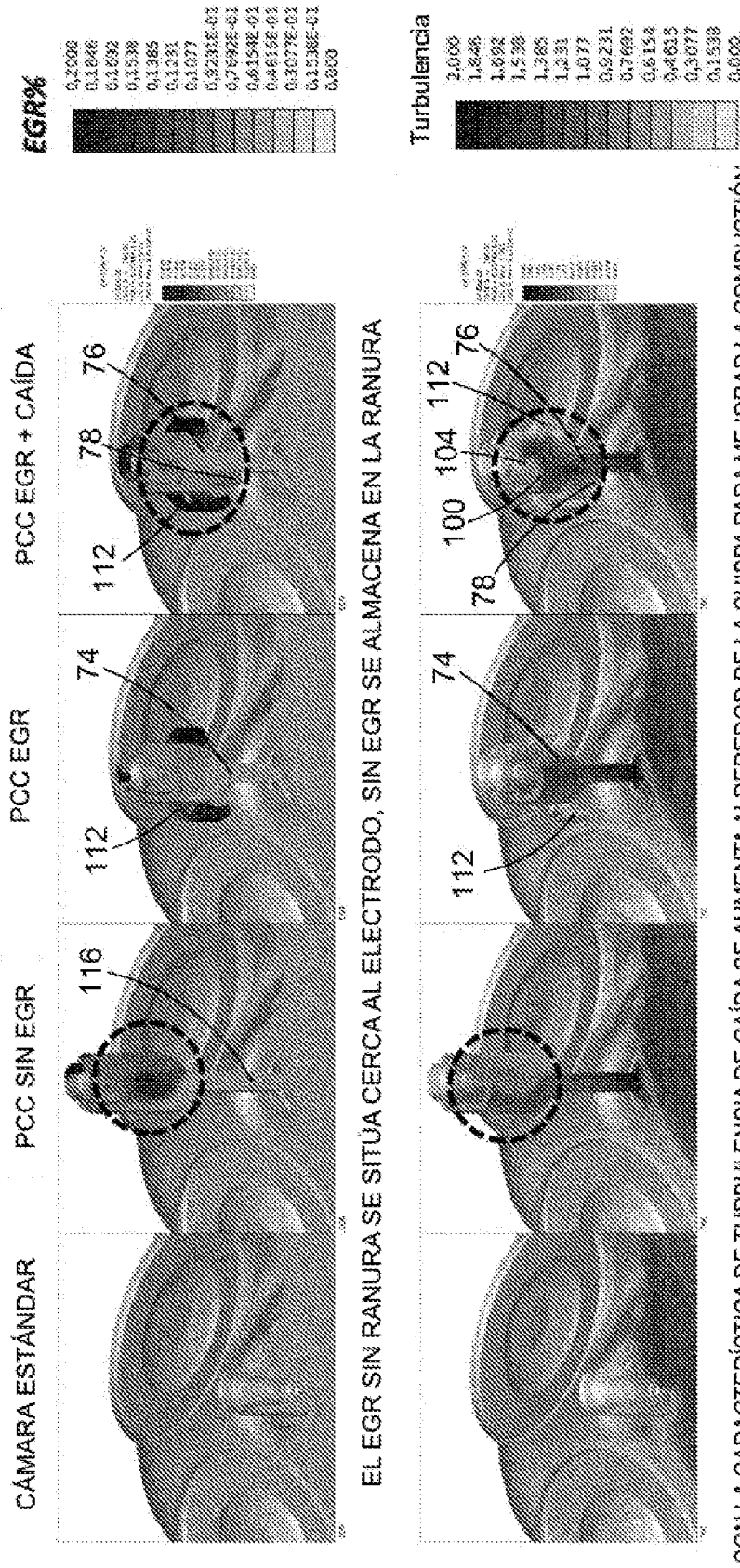


Fig. 10

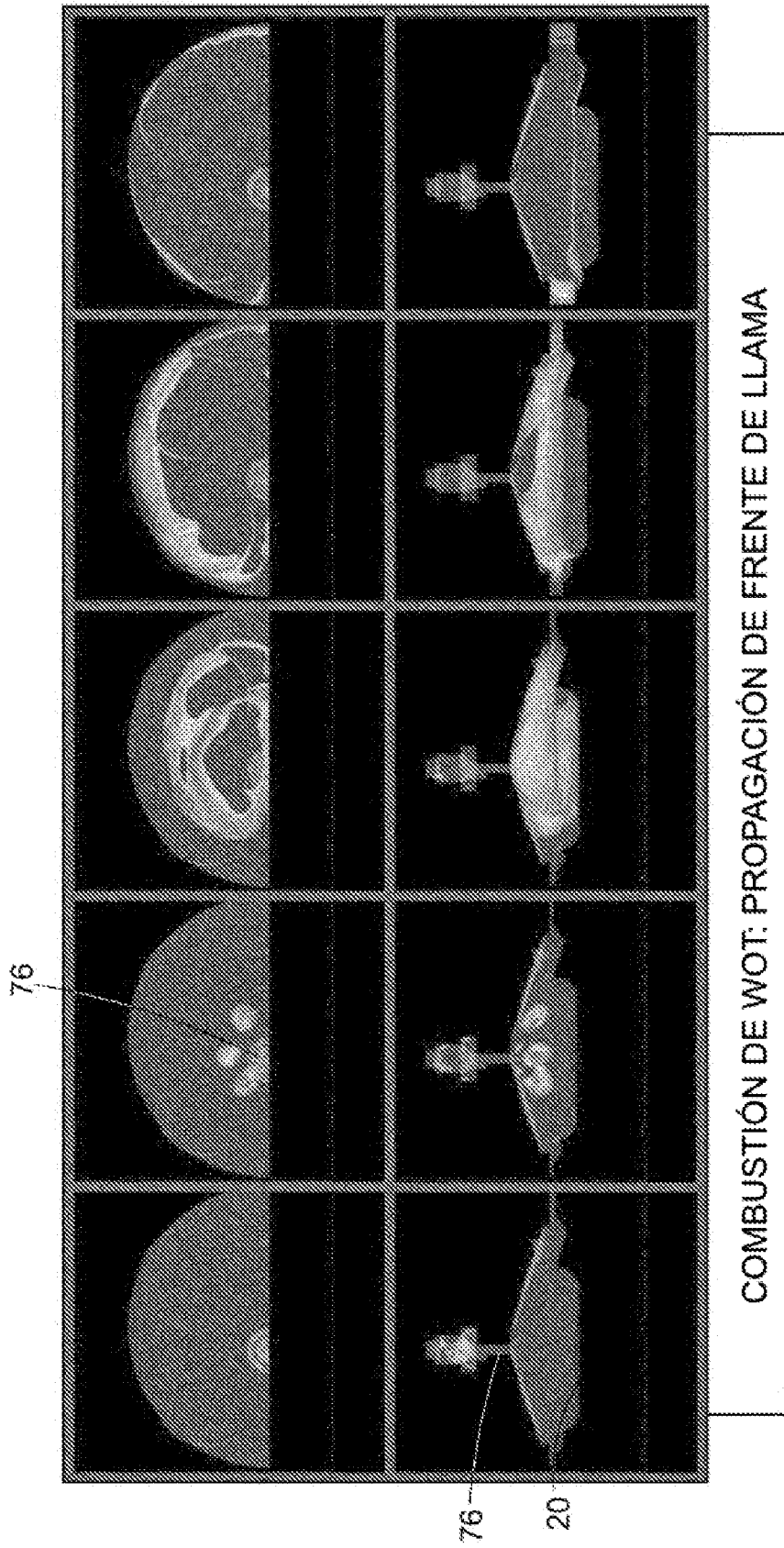


Fig. 11

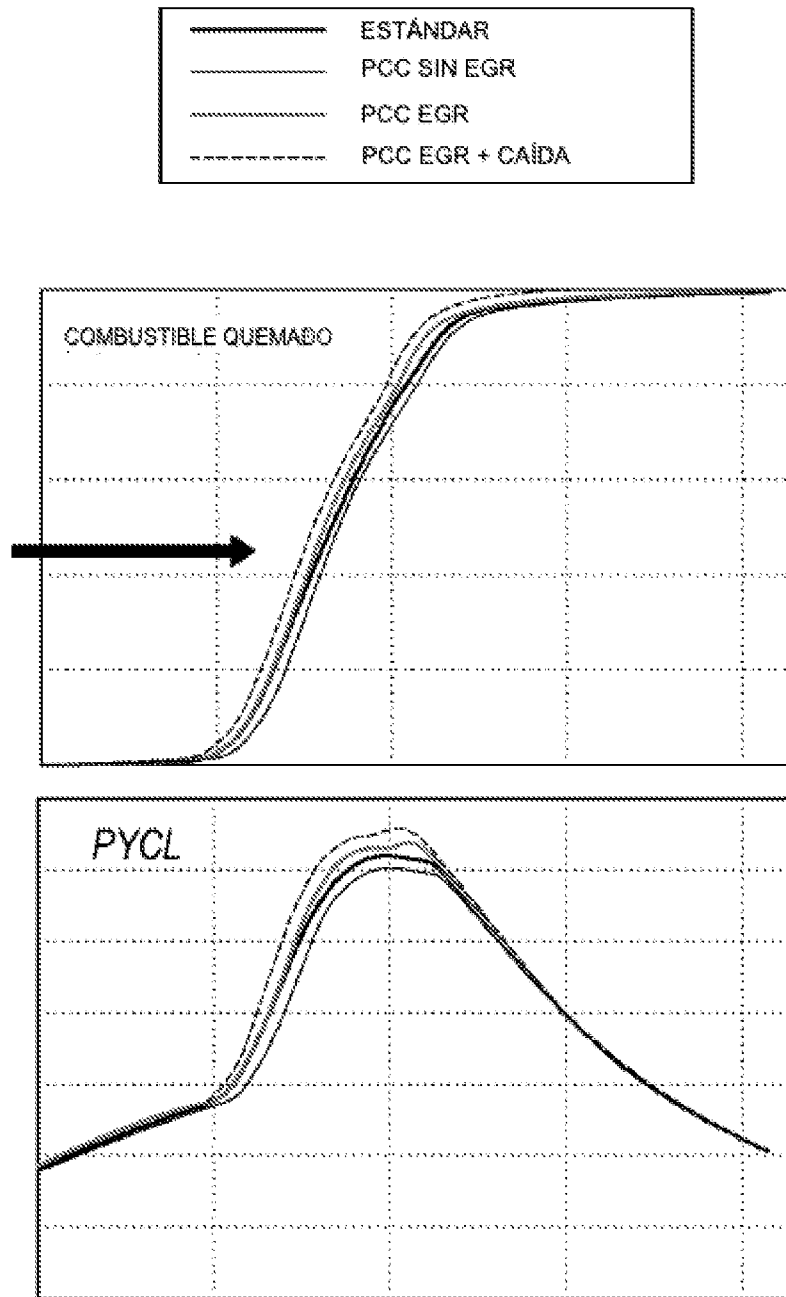


Fig. 12

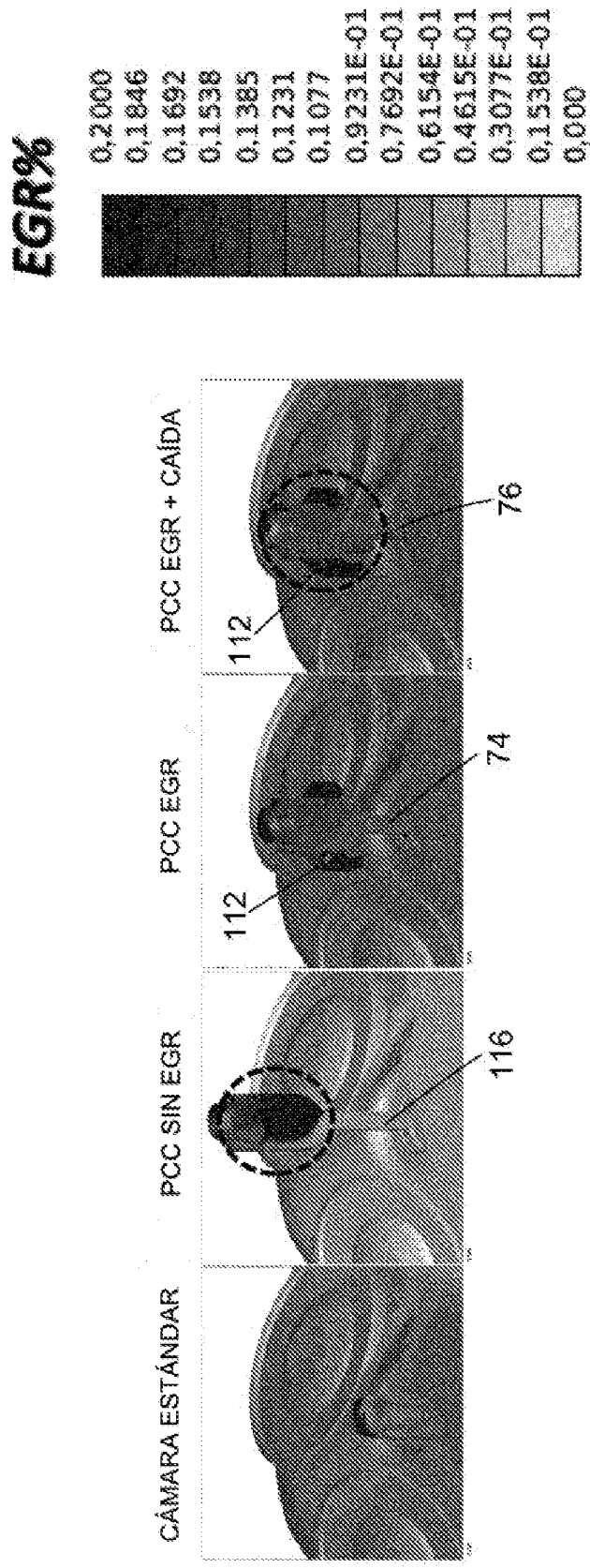


Fig. 13

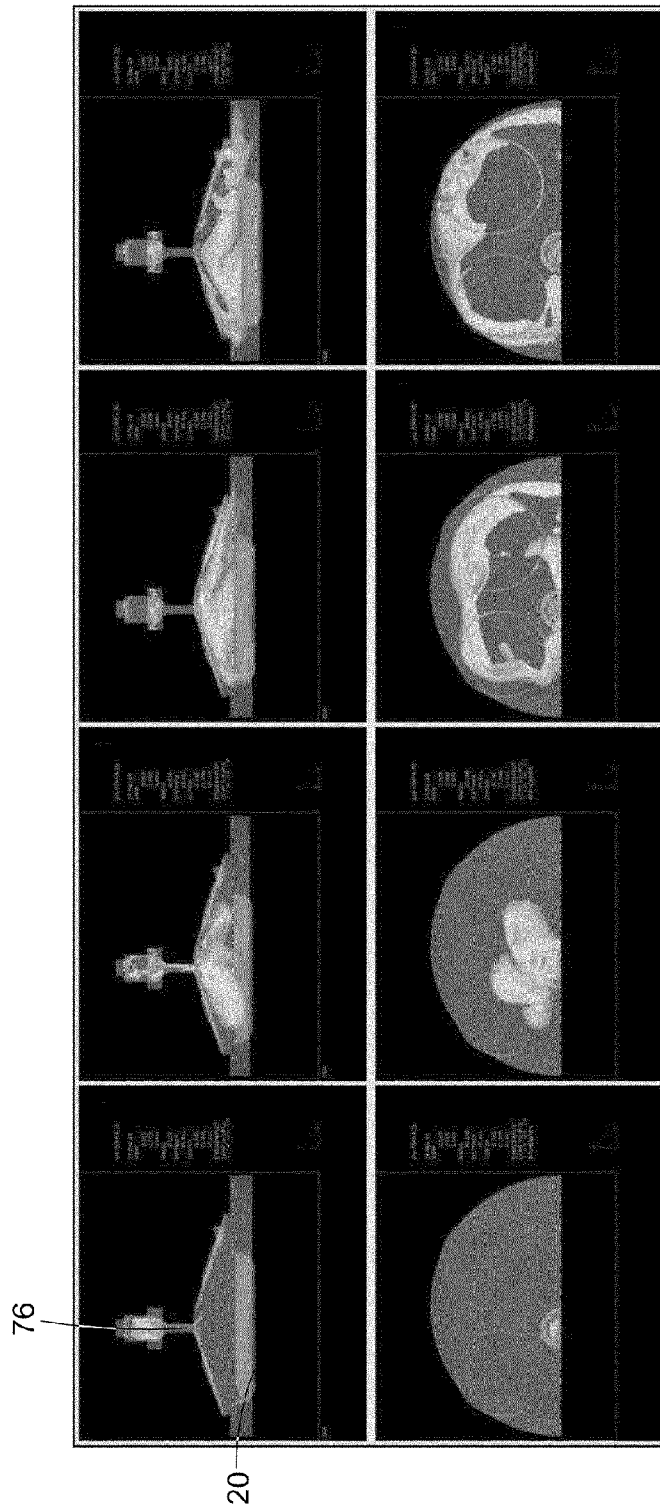


Fig. 14

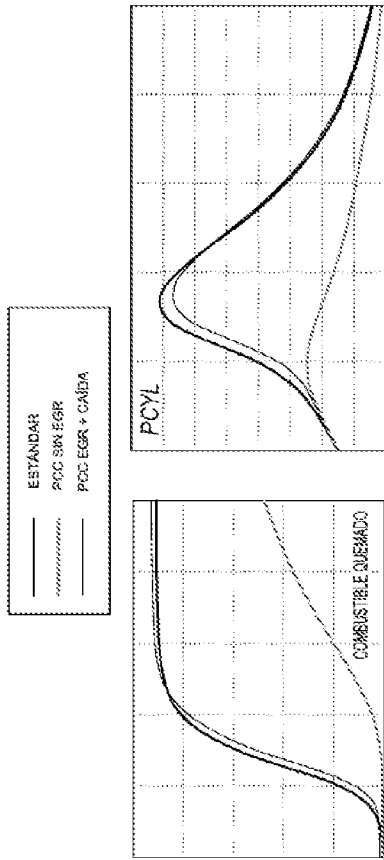


Fig. 15

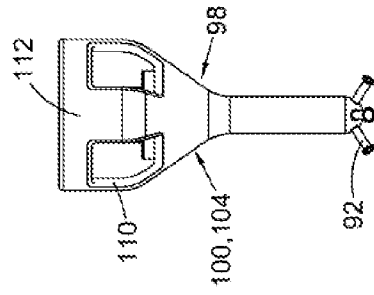


Fig. 16

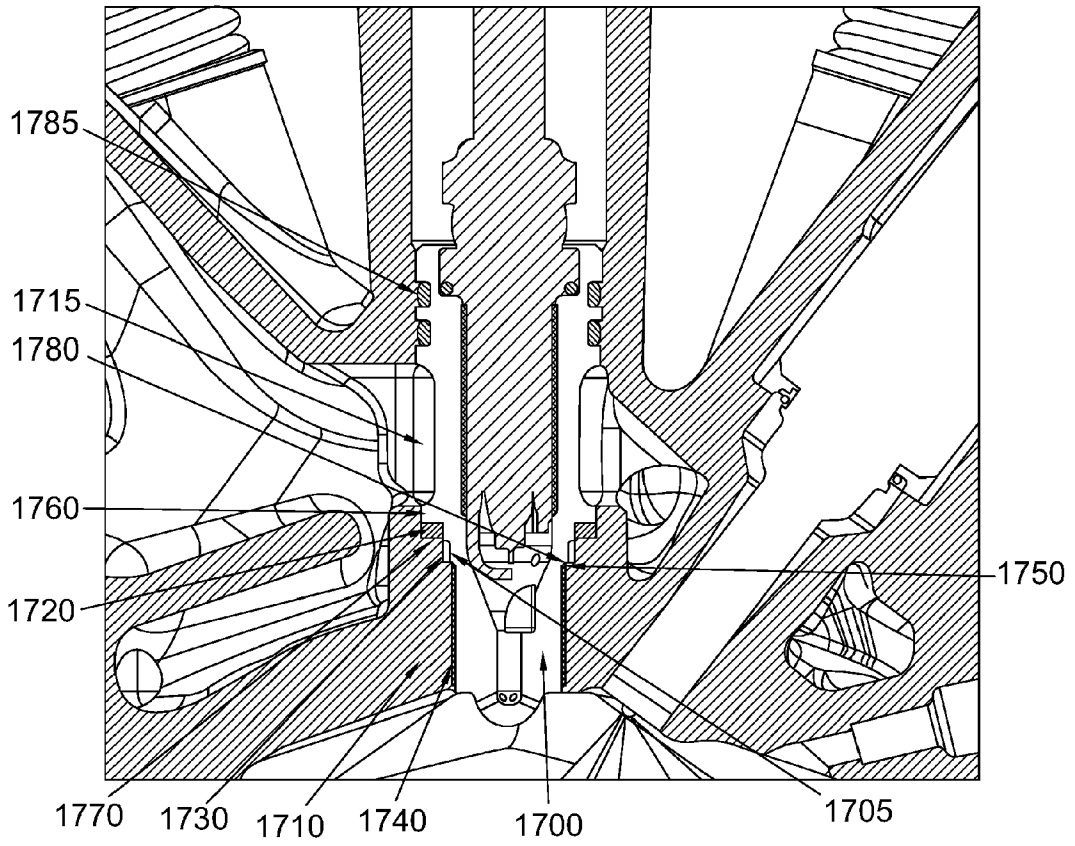


Fig. 17

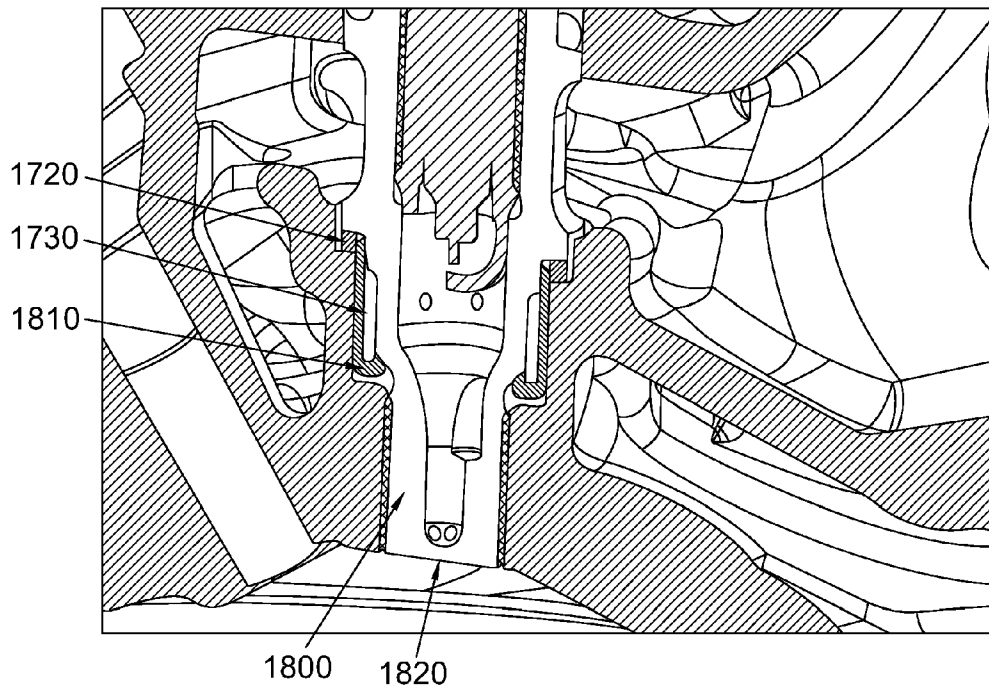


Fig. 18