

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 956**

51 Int. Cl.:

F02D 41/04 (2006.01)

F02D 41/30 (2006.01)

F02D 41/40 (2006.01)

F02B 19/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2017** **E 17192456 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020** **EP 3299607**

54 Título: **Procedimiento de funcionamiento de un motor con una subcámara piloto en condiciones de carga parcial**

30 Prioridad:

23.09.2016 US 201615273788

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

04.12.2020

73 Titular/es:

**PRATT & WHITNEY CANADA CORP. (100.0%)
1000 Marie-Victorin (01BE5)
Longueuil, Québec J4G 1A1, CA**

72 Inventor/es:

**LANKTREE, MICHAEL y
SCHULZ, EDWIN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 797 956 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

Procedimiento de funcionamiento de un motor con una subcámara piloto en condiciones de carga parcial

5 CAMPO TÉCNICO

La solicitud se refiere en general a un funcionamiento de motor de combustión interna, más particularmente para dichos motores, que incluye una inyección de combustible piloto.

10 ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

Un motor de combustión interna puede incluir una subcámara piloto en la que se inyecta una porción piloto del combustible y se enciende antes de ser dirigida a la cámara de combustión principal, donde se inyecta combustible adicional para completar la combustión.

15 Algunos motores de combustión interna tienen subcámaras piloto e inyectores piloto relativamente grandes, que proporcionan de esa manera una porción relativamente grande del flujo de combustible como una inyección piloto. En consecuencia, se inyecta una cantidad relativamente grande de flujo de combustible piloto, lo cual crea una mezcla de combustible en general relativamente rica en la cámara de combustión en condiciones en que el motor funciona únicamente en el flujo de inyección piloto.

El documento EP 2 551 448 A2 describe un procedimiento de la técnica anterior de funcionamiento de un motor de combustión interna tal como se establece en el preámbulo de la reivindicación 1.

25 RESUMEN

En un aspecto, se proporciona un procedimiento de funcionamiento de un motor de combustión interna según la reivindicación 1.

30 En otro aspecto, se proporciona un procedimiento de funcionamiento de un motor de combustión interna según la reivindicación 9.

Las características de algunas realizaciones de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Ahora se hace referencia a las figuras adjuntas en las que:

40 La Fig. 1 es una vista esquemática en sección transversal de una parte de un motor rotativo de combustión interna según una realización particular;

45 La Fig. 2 es una vista esquemática en sección transversal de un motor de combustión interna que incluye una pluralidad de subcámaras piloto y una pluralidad de cámaras de combustión principales según una realización particular, que pueden estar compuestas por una pluralidad de motores de combustión interna rotativos, tal como se muestra en la Fig. 1; y

La Fig. 3 es una vista esquemática en sección transversal de un cilindro alternativo de un motor de combustión interna según otra realización particular.

50 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Con referencia a la Fig. 1, se muestra de forma esquemática y parcial un motor rotativo 100 intermitente de combustión interna conocido como motor Wankel. En una realización particular, el motor rotativo 100 se usa en un sistema de motor de ciclo compuesto tal como se describe en la patente de EE.UU. N.º 7,753,036 de Lents y col. concedida el 13 de julio de 2010 o como se describe en la patente de EE.UU. N.º 7,775,044 de Julien y col. concedida el 17 de agosto de 2010. El sistema de motor de ciclo compuesto se puede utilizar como motor primario, como, por ejemplo, en un avión u otro vehículo, o en cualquier otra aplicación adecuada. En cualquier caso, en dicho sistema, el aire es comprimido por un compresor antes de ingresar al motor de Wankel, y el motor impulsa una o más turbinas del motor compuesto. En otra realización, el motor rotativo 100 se utiliza sin un turbocompresor, con aire a presión atmosférica.

60 El motor 100 comprende un cuerpo exterior 102 que tiene paredes extremas separadas axialmente 104 con una pared periférica 108 que se extiende entre las mismas para formar una cavidad de rotor 110. Una superficie interior 112 de la pared periférica 108 de la cavidad 110 tiene un perfil que define dos lóbulos, que es preferiblemente un epitrocoide.

65 Un cuerpo interior o rotor 114 es acogido dentro de la cavidad 110, con el eje geométrico del rotor 114 desplazado y paralelo al eje del cuerpo exterior 102. El rotor 114 tiene caras extremas separadas axialmente 116 adyacentes a las

paredes extremas 104 del cuerpo exterior, y una cara periférica 118 que se extiende entre las mismas. La cara periférica 118 define tres porciones de vértice 120 separadas circunferencialmente (solo se muestra una de ellas), y un perfil generalmente triangular con lados arqueados hacia fuera. Las porciones de vértice 120 están en contacto estanco con la superficie interna 112 de la pared periférica 108 para formar tres cámaras de combustión principales 122 giratorias (solo dos de las cuales se muestran parcialmente) entre el rotor interior 114 y el cuerpo exterior 102. Un hueco 124 se define en la cara periférica 118 del rotor 114 entre cada par de porciones de vértice adyacentes 120, para formar parte de la cámara 122 correspondiente.

Las cámaras de combustión principales 122 están selladas. Cada porción de vértice del rotor 120 tiene un sello de vértice 126 que se extiende desde una cara extrema 116 a la otra y que sobresale radialmente desde la cara periférica 118. Cada sello de vértice 126 está desviado radialmente hacia fuera contra la pared periférica 108 a través de un resorte respectivo. Un sello de extremo 128 acopla cada extremo de cada sello de vértice 126, y es empujado contra la pared de extremo respectiva 104 a través de un resorte adecuado. Cada cara extrema 116 del rotor 114 tiene al menos un sello frontal 130 en forma de arco que va desde cada porción de vértice 120 a cada porción de vértice adyacente 120, adyacente, pero hacia dentro de la periferia del rotor a lo largo de su longitud. Un resorte impulsa cada sello frontal 130 axialmente hacia fuera de modo que el sello frontal 130 sobresalga axialmente de la cara extrema adyacente del rotor 116 hacia el acoplamiento sellado con la pared extrema adyacente 104 de la cavidad 110. Cada sello frontal 130 está en acoplamiento sellado con el sello final 128 adyacente a cada extremo del mismo.

Aunque no se muestra, el rotor 114 se desplaza en una porción excéntrica de un eje e incluye un engranaje de fase coaxial con el eje del rotor, que está engranado con un engranaje de fase del estator fijo asegurado al cuerpo exterior coaxialmente con el eje. El eje gira con el rotor 114 y los engranajes engranados dirigen el rotor 114 para realizar revoluciones orbitales dentro de la cavidad del estator. El eje realiza tres rotaciones para cada rotación del rotor 114 alrededor de su propio eje. Se proporcionan sellos de aceite alrededor del engranaje de fase para impedir el flujo de fuga de aceite lubricante radialmente hacia fuera del mismo entre la respectiva cara extrema del rotor 116 y la pared extrema del cuerpo exterior 104.

Al menos un puerto de entrada (no se muestra) se define a través de una de las paredes extremas 104 o la pared periférica 108 para admitir aire (atmosférico o comprimido) en una de las cámaras de combustión principales 122, y al menos un puerto de escape (no se muestra) se define a través de una de las paredes extremas 104 o la pared periférica 108 para la descarga de los gases de escape desde las cámaras de combustión principales 122. Los puertos de entrada y escape están colocados uno con respecto al otro y con respecto al elemento de encendido y a los inyectores de combustible (que se describen más adelante) de tal manera que durante una rotación del rotor 114, cada cámara 122 se mueve alrededor de la cavidad del estator con un volumen variable para someterse a las cuatro fases de admisión, compresión, expansión y escape, y estas fases son similares a los tiempos en un motor de combustión interna de tipo alternativo que tiene el ciclo de cuatro tiempos. La cámara principal 122 tiene un volumen variable V_{var} que varía entre un volumen mínimo V_{min} y un volumen máximo V_{max} .

En una realización particular, estos puertos están dispuestos de modo que el motor rotativo 100 funciona bajo el principio del ciclo de Miller o Atkinson, con su relación de compresión volumétrica menor que su relación de expansión volumétrica. En otra realización, los puertos están dispuestos de tal manera que las relaciones de expansión y compresión volumétrica son iguales o similares entre sí.

Una pieza de inserción 132 se acoge en un orificio correspondiente 134 definido a través de la pared periférica 108 del cuerpo exterior 102, para la inyección de combustible piloto y el encendido. La pieza de inserción 132 tiene una subcámara piloto 142 definida en su interior en comunicación con las cámaras de combustión principales 122 giratorias. La subcámara piloto 142 se comunica con cada cámara de combustión 122, a su vez, durante la fase de combustión o compresión. En la realización mostrada, la subcámara 142 tiene una sección transversal circular; también son posibles formas alternativas. La subcámara 142 se comunica con las cámaras de combustión principales 122 de una manera secuencial a través de al menos una abertura 144 definida en una superficie interior 146 de la pieza de inserción 132. La subcámara 142 tiene una forma que forma una sección transversal reducida adyacente a la abertura 144, de tal manera que la abertura 144 define una restricción al flujo entre la subcámara 142 y la cavidad 110. La abertura 144 puede tener varias formas y/o estar definida por un patrón de múltiples orificios. En una realización particular, la subcámara 142 se define en el cuerpo exterior 102. Por ejemplo, en una realización donde el motor rotativo 100 no incluye la pieza de inserción 132.

En una realización particular, el volumen de la subcámara 142 es de al menos el 0,5 % y hasta el 3,5 % del volumen de desplazamiento, y el volumen de desplazamiento se define como la diferencia entre los volúmenes máximo y mínimo de una cámara 122. En otra realización particular, el volumen de la subcámara 142 corresponde desde aproximadamente el 0,625 % a aproximadamente el 1,25 % del volumen de desplazamiento.

De forma alternativa o adicional, en una realización particular, el volumen de la subcámara 142 se define como una porción del volumen de combustión mínimo, que es la suma del volumen mínimo de la cámara V_{min} (que incluye el hueco 124) y el volumen de la subcámara V_2 en sí. En una realización particular, la subcámara 142 tiene un volumen que corresponde desde un 5 % a un 25 % del volumen de combustión mínimo, es decir, $V_2 =$ de un 5 % a un 25 % de $(V_2 + V_{min})$. En otra realización particular, la subcámara 142 tiene un volumen que corresponde desde un 10 % a un

ES 2 797 956 T3

12 % del volumen de combustión mínimo, es decir, $V_2 =$ de un 10 % a un 12 % de $(V_2 + V_{\min})$. En otra realización particular, la subcámara 142 tiene un volumen de como máximo el 10 % del volumen mínimo de combustión, es decir, $V_2 \leq 10\%$ de $(V_2 + V_{\min})$.

5 La pared periférica 108 tiene un orificio alargado del inyector piloto 148 definido a través del mismo, en un ángulo con respecto a la pieza de inserción 132 y en comunicación con la subcámara 142. Un combustible piloto inyector 150 es acogido y retenido dentro del orificio 148 correspondiente, con la punta 153 del inyector piloto 150 que es acogido en la subcámara 142.

10 La pieza de inserción 132 tiene un orificio alargado para el elemento de encendido 154 definido en el mismo que se extiende a lo largo de la dirección de un eje transversal T del cuerpo exterior 102, también en comunicación con la subcámara 142. Un elemento de encendido 156 es acogido y retenido dentro del orificio 152 correspondiente, con la punta 158 del inyector piloto 156 acogida en la subcámara 142. En la realización que se muestra, el elemento de encendido 156 es una bujía incandescente. Algunos tipos alternativos de elementos de encendido 156 que pueden usarse incluyen, pero no se limitan a, ignición del plasma, encendido de láser, bujía, microondas, etc.

Aunque la subcámara 142, el orificio alargado del inyector piloto 148 y el orificio alargado para el elemento de encendido 154 se muestran y se describen como provistos en la pieza de inserción 132, se entiende que alternativamente, uno, cualquier combinación de o todos estos elementos se pueden definir directamente en el cuerpo exterior 102, por ejemplo, directamente en la pared periférica 108. En consecuencia, puede omitirse la pieza de inserción 132.

20 La pared periférica 108 también tiene un orificio alargado del inyector principal 136 definido a través del mismo, en comunicación con la cavidad del rotor 110 y separada de la pieza de inserción 132. Un inyector de combustible principal 138 es acogido y retenido dentro de este orificio 136 correspondiente, con la punta 140 del inyector principal 138 en comunicación con la cavidad 110 en un punto separado de la pieza de inserción 132. El inyector principal 138 está ubicado hacia atrás de la pieza de inserción 132 con respecto a la dirección R de la rotación y revolución del rotor, y está en ángulo para dirigir el combustible hacia delante en cada una de las cámaras de combustión principales 122 giratorias secuencialmente con un patrón de orificios de punta diseñado para un spray adecuado.

25 El inyector piloto 150 y el inyector principal 138 inyectan combustible, por ejemplo, diesel, queroseno (jet fuel), biocombustible equivalente, etc. en la subcámara piloto 142 y en las cámaras principales 122 correspondientes, respectivamente. El combustible inyectado dentro de la subcámara piloto 142 es encendido por el elemento de encendido 156, creando de esa manera una pared caliente alrededor de la subcámara piloto 142 y la superficie interior 146 del cuerpo de la pieza de inserción 132. A medida que la presión del combustible encendida dentro de la subcámara piloto 142 se incrementa, un flujo del combustible encendido se restringe parcialmente y se dirige desde la subcámara piloto 142 a la cámara principal 122 que comunica con ella, a través de la abertura 144. El flujo del combustible encendido desde la subcámara piloto 142 enciende el combustible inyectado en la cámara principal 122 mediante el inyector principal 138.

30 En una realización particular, la cantidad piloto de combustible inyectado en la subcámara piloto 142 es como máximo el 10 % de la cantidad máxima de combustible inyectado mediante el inyector principal 138, con la cantidad máxima de combustible correspondiente a la energía máxima del motor y/o condiciones de carga máxima para el motor 100.

35 Se puede hacer funcionar el motor 100 a diferentes ajustes de energía del motor, o condiciones de carga, por ejemplo, con carga parcial o condiciones de inactividad, mediante variación de la cantidad de combustible inyectado en las cámaras principales 122. En una realización particular, "carga parcial" incluye cualquier condición de carga entre inactiva y carga máxima, que incluye, pero se no limita a, condiciones de descenso. En una realización particular, cuando el motor 100 funciona en condiciones de carga parcial, el inyector principal 138 suministra una cantidad reducida de combustible en la inyección principal, mientras que la inyección de combustible desde el inyector piloto 150 se mantiene. Esta cantidad principal reducida para la inyección principal puede incluir, por ejemplo, a lo sumo la cantidad piloto inyectada por el inyector piloto 150 y/o el 10 % de la cantidad máxima de combustible inyectado por el inyector principal 138 cuando funciona a carga máxima. La cantidad principal reducida puede ser diferente de cero, o alternativamente, puede ser cero, es decir, no se inyecta combustible por el inyector principal 138 durante la combustión.

40 En una realización particular, el mantenimiento del flujo de combustible piloto en las condiciones de carga parcial permite mantener una temperatura adecuada de la subcámara piloto 142 para volver a encender rápidamente a la combustión completa en condiciones de carga máxima cuando se requiera. En una realización particular, el flujo de combustible piloto (solo o con una pequeña cantidad de combustible inyectado por el inyector principal 138) se selecciona a fin de mantener la temperatura de la pared (temperaturas del metal) para la subcámara piloto 142 a 500 °F (260 °C) o superior, por ejemplo, de 500 °F (260 °C) a 1400 °F (760 °C); en una realización particular, la temperatura de la pared para la subcámara piloto 142 se mantiene a un valor de 600 °F (316 °C) a 750 °F (399 °C). En una realización particular, la temperatura de la pared de la cámara principal 122 se mantiene suficientemente cerca de la temperatura de la pared de la subcámara piloto 142 para evitar problemas mecánicos que de otro modo podrían ser causados por un gradiente de temperatura significativo.

Además, la inyección de combustible piloto puede ayudar a contrarrestar o compensar la fricción degenerada por el funcionamiento del motor 100 y/o el rotor 114. En los casos en que una pequeña cantidad de combustible aún es inyectada por el inyector principal 138, la inyección de combustible principal reducida también puede actuar para contrarrestar o compensar la fricción generada por el funcionamiento del motor 100 y/o el rotor 114.

Aunque en la Fig. 1 se muestra un único motor rotativo 100, se entiende que dos o más motores rotativos 100 pueden estar provistos de los rotores 114 del mismo acoplados a un mismo eje para formar un conjunto de motor multirrotor. Por ejemplo, tal como se muestra de forma esquemática en la Fig. 2, un motor rotativo de combustión interna 200 incluye cuatro rotores 114 cada uno articulado sobre una porción excéntrica respectiva de un eje común 202. Cada rotor 114 es acogido dentro de una cavidad 110 respectiva que define tres cámaras de combustión principales 122 giratorias por rotor 114. En una realización particular, cada rotor 114 y la cavidad 100 es parte de un motor 100, tal como se muestra en la Fig. 1 y se describió anteriormente.

El conjunto de motor 200 incluye una subcámara piloto 142 para cada rotor 114, y cada cámara principal 122 se comunica con la subcámara piloto 142 respectiva de manera secuencial. Aunque en la realización mostrada, el motor 200 incluye solo cuatro rotores 114, el motor 200 puede incluir cualquier otro número adecuado de rotores 114.

En una realización particular, cuando el motor 200 funciona en condiciones de carga parcial, la inyección principal de combustible se entrega a uno o más de los rotores 114 con una cantidad principal reducida tal como se describió anteriormente. La cantidad principal para este/estos rotor(es) puede incluir, por ejemplo, como máximo la cantidad piloto inyectada en la inyección de combustible piloto y/o el 10 % de la cantidad máxima de la inyección de combustible principal cuando funciona a carga máxima; la cantidad principal puede ser cero o puede ser diferente de cero, tal como se estableció anteriormente.

En una realización particular, el número de rotores para la que la cantidad principal de la inyección principal tiene un valor de 0 a la cantidad piloto y/o el 10 % de la cantidad máxima es modificada, por ejemplo, en función de la demanda de energía en el motor 200. Para un motor 200 incluidas las subcámaras piloto 142 "P" (P = 4 para la realización mostrada, pero puede usarse cualquier otro número adecuado), el número "n" de los rotores 114 (o cámaras de combustión principales 122 que acogen el combustible encendido desde una de las cámaras piloto parcial 142) en el que la cantidad principal de la inyección principal tiene un valor de 0 a la cantidad piloto y/o el 10 % de la cantidad máxima puede variarse. El término "cámara de combustión principal 122 que acoge el combustible encendido" se usa en esta invención para contrastar con las otras dos cámaras de combustión principal 122 del rotor 114, que están en diferentes fases del ciclo de combustión y en consecuencia no están acogiendo combustible encendido en el momento; la cámara de combustión principal 122 que acoge combustible encendido se comunica con el inyector de combustible principal durante la fase de combustión. La cámara de combustión principal 122 que acoge el combustible encendido cambia con la rotación del rotor 114 y con cada inyección de combustible piloto.

Durante el funcionamiento, la inyección principal de la cantidad principal que tiene un valor de 0 a la cantidad piloto y/o el 10 % de la cantidad máxima se entrega en "n" de las cámaras de combustión principales 122 que acogen el combustible encendido, mientras que el resto "P-n" de las cámaras de combustión principales 122 que acogen combustible encendido acogen una mayor cantidad de combustible en la inyección principal, por ejemplo, la cantidad máxima, siendo n un número entero que varía entre 0 (carga máxima) y P (todos los rotores 114 que tienen una inyección principal de combustible de la cantidad principal de 0 a la cantidad piloto y/o el 10 % de la cantidad máxima). Algunas o todas las cámaras de combustión principales 122 "P-n" restantes pueden acoger una inyección principal de combustible de una cantidad inferior a la cantidad máxima, pero más que la cantidad inyectada en las "n" cámaras de combustión, por ejemplo, más del 10 % de la cantidad máxima. Por ejemplo, las cámaras de combustión 122 "P-n" restantes que acogen el combustible encendido pueden acoger una inyección principal del 75 % de la cantidad máxima. Se pueden usar otras cantidades de forma alternativa.

En una realización particular, el número n de las cámaras de combustión principales 122 que acogen combustible encendido en el que se administra la inyección de combustible principal en la cantidad principal que tiene un valor de 0 a la cantidad piloto y/o el 10 % de la cantidad máxima varía gradualmente, por ejemplo, de 0 a P (reducción de carga) o de P a 0 (aumento de carga). En la realización que se muestra, el número n de las cámaras de combustión principales 122 que acogen combustible encendido en el que la inyección de combustible principal se entrega en la cantidad principal que tiene un valor de 0 a la cantidad piloto y/o el 10 % de la cantidad máxima entregada varía entre 0 y 4, por ejemplo, incrementalmente de 0 a 4 (reducción de carga) o de 4 a 0 (aumento de carga).

En otra realización particular, las condiciones de carga parcial pueden definirse por un número fijo de las cámaras de combustión principales 122 que tienen la inyección de combustible principal entregada en la cantidad principal que tiene un valor de 0 a la cantidad piloto y/o el 10 % de la cantidad máxima.

En una realización particular, entregar la inyección de combustible principal de la cantidad principal que tiene un valor de 0 a la cantidad piloto y/o el 10 % de la cantidad máxima, en combinación con un volumen de subcámara de como máximo el 10 % del volumen mínimo de combustión y una cantidad de combustible piloto de como máximo el 10 % de la cantidad máxima de la inyección de combustible principal a carga máxima, reduce de forma ventajosa el consumo

de combustible en condiciones de carga inactiva y/o parcial y permite que el motor 100, 200 funcione con mezclas pobres de aire y combustible, lo que permite un consumo de combustible relativamente bajo. En una realización particular, un consumo de combustible de aproximadamente 0,04 partes por cien de combustible por pulgada cúbica de desplazamiento del motor (por ejemplo, 2 partes por cien de un único motor de rotor con 50 pulgadas cúbicas de desplazamiento) (0,31 mg/s de combustible por cm cúbico de desplazamiento del motor) se puede obtener para el(los) rotor(es) en el/(los) que la inyección de combustible principal se entrega a la cantidad principal que tiene un valor de 0 a la cantidad piloto y/o el 10 % de la cantidad máxima.

Aunque se describe en esta invención con motores rotativos 100, 200, la inyección de combustible principal de la cantidad principal que tiene un valor de 0 a la cantidad piloto y/o el 10 % de la cantidad máxima se puede aplicar alternativamente a motores de combustión interna intermitentes que tienen configuraciones diferentes. Por ejemplo, en referencia a la Fig. 3, una ilustración esquemática de un cilindro 10 de un motor alternativo de combustión interna 12 que tiene un ciclo de cuatro tiempos según otra forma de realización. El cilindro 10 tiene un cuerpo exterior 14 que encierra una cámara de combustión de volumen variable 16 que coopera con un pistón alternativo 18 para someterse a las fases de cuatro tiempos de admisión, compresión, expansión y escape. En una realización particular, el movimiento alternativo del pistón 18 gira un eje (no se muestra), y múltiples pistones similares están acoplados de forma accionada al mismo eje, de manera similar a la realización que se muestra en la Fig. 2. Aunque el cilindro 10 tiene una forma geométrica cilíndrica, el cilindro 10 y/o la cámara de combustión 16 pueden tener cualquier otra forma adecuada. El cuerpo exterior 14 tiene una subcámara de combustión piloto 32 definido en el mismo en comunicación con una cámara de combustión principal 34 definida dentro del cuerpo exterior 14.

El motor 12 incluye una subcámara piloto 32 para cada uno de los cilindros 10. En una realización particular, la subcámara piloto 32 está dimensionada de manera similar a la subcámara piloto 142 tal como se describió anteriormente.

Un orificio alargado del inyector piloto 38 se define a través del cuerpo exterior 14 en comunicación con la subcámara piloto 32. Un inyector de combustible piloto 40 es acogido y retenido dentro del orificio 38 correspondiente, con la punta del inyector piloto 42 que es acogida en la subcámara 32. Un orificio alargado del inyector piloto 44 se define a través del cuerpo exterior 14 en comunicación con la subcámara piloto 34. Un inyector de combustible principal 46 es acogido y retenido dentro del orificio 44 correspondiente, con una punta del inyector principal 48 en comunicación con la cámara principal 34. El cuerpo exterior 14 también tiene un orificio alargado para el elemento de encendido 50, definido a través del mismo, en comunicación con la subcámara piloto 32. Un elemento de encendido 52 es acogido y retenido dentro del orificio 50 correspondiente, con la punta del elemento de encendido 54 que es acogida en la subcámara piloto 32.

La inyección principal de combustible en la cámara de combustión principal 16 se puede entregar con una cantidad principal reducida tal como se describió anteriormente para el motor 100; Además, cuando se proporcionan varios cilindros, el número "n" de las cámaras de combustión principales 16 en las que la inyección de combustible principal se entrega a la cantidad principal que tiene un valor de 0 a la cantidad piloto y/o el 10 % de la cantidad máxima puede ser variarse, de forma incremental o si no, entre 0 (condiciones de carga máxima) y P, tal como se describió anteriormente para el motor 200.

La descripción anterior pretende ser solo ilustrativa, y un experto en la técnica reconocerá que se pueden realizar cambios en las realizaciones descritas sin apartarse del alcance de la invención descrita. Las modificaciones que entran dentro del alcance de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica, a la luz de una revisión de esta divulgación, y se pretende que tales modificaciones entren dentro de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para el funcionamiento de un motor rotativo de combustión interna (100, 12, 200) que tiene subcámaras piloto (142, 32) que se comunican con las cámaras de combustión principales (122, 16), el motor de combustión interna (100, 12, 200) está configurado en uso para suministrar una inyección de combustible principal de una cantidad máxima de combustible a las cámaras de combustión principales (122, 16) cuando el motor de combustión interna (100, 12, 200) funciona a carga máxima, el procedimiento comprende:
 - entregar una inyección de combustible piloto de una cantidad piloto de combustible a las subcámaras piloto (142, 32), por lo que la cantidad piloto es como máximo el 10 % de la cantidad máxima;
 - encender la inyección de combustible piloto dentro de las subcámaras piloto (142, 32);
 - dirigir el combustible encendido de las subcámaras piloto (142, 32) a las cámaras de combustión principales (122, 16); y
 - donde el motor de combustión interna (100, 12, 200) tiene un número P de subcámaras piloto (142, 32) en comunicación con las cámaras de combustión principales (122, 16), y el procedimiento comprende, además:
 - para un número n de las cámaras de combustión principales (122, 16) que acogen el combustible encendido, entregar una inyección de combustible principal de una primera cantidad principal de combustible, siendo la primera cantidad principal como máximo el 10 % de la cantidad máxima;
 - para un número P-n de las cámaras de combustión principales (122, 16) que acogen el combustible encendido, entregar una inyección de combustible principal de una segunda cantidad principal de combustible, siendo la segunda cantidad principal de combustible más del 10 % de la cantidad máxima; y
 - variar n incrementalmente entre cero y P o variar n incrementalmente entre P y cero.

2. El procedimiento tal como se define en la reivindicación 1, que comprende, además, por lo menos otra de las cámaras de combustión principales (122, 16) que acogen el combustible encendido:
 - entregar una inyección principal de combustible de la cantidad máxima de combustible, o
 - entregar una inyección de combustible principal de más del 10 % de la cantidad máxima.

3. El procedimiento tal como se define en la reivindicación 1 o 2, donde el motor de combustión interna (100) es un motor rotativo que incluye una pluralidad de rotores (114), cada uno acogido de manera estanca en una carcasa (102) respectiva para definir las cámaras de combustión principales (122), y cada una de las subcámaras piloto (142) está en comunicación con las cámaras de combustión principales (122) de uno de los rotores (114) respectivo de una manera secuencial.

4. El procedimiento tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la cantidad principal se selecciona para mantener una temperatura de pared de las subcámaras piloto (142, 32) a un valor de 500 °F (260 °C) a 1400 °F (760 °C).

5. El procedimiento tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde cada una de las cámaras de combustión principales (122, 16) tiene un volumen que varía entre un volumen mínimo de cámara (V_{\min}) y un volumen máximo de cámara (V_{\max}), y cada una de las subcámaras piloto (142, 32) tiene un volumen V_2 de como máximo el 10 % de una suma de V_2 y el volumen mínimo de la cámara (V_{\min}).

6. El procedimiento tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la segunda cantidad principal es la cantidad máxima.

7. El procedimiento tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la primera cantidad principal es cero.

8. El procedimiento tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la primera cantidad principal es como máximo la cantidad piloto.

9. Un procedimiento para el funcionamiento de un motor rotativo de combustión interna (100, 200) que incluye un rotor (114) acogido de forma estanca en una carcasa (102) para definir una pluralidad de cámaras rotativas de combustión principal (122), el motor rotativo de combustión interna (100, 200) está configurado en uso para entregar una inyección de combustible principal de una cantidad máxima de combustible a las cámaras de combustión principales (122) cuando el motor de combustión interna (100, 200) funciona a carga máxima, el procedimiento comprende:
 - entregar una inyección de combustible piloto de una cantidad piloto de combustible a una subcámara piloto (142);
 - encender la inyección de combustible piloto dentro de la subcámara piloto (142);
 - dirigir el combustible encendido de la subcámara piloto (142) a las cámaras de combustión principales (122); y
 - entregar una inyección principal de combustible de una cantidad principal de combustible a la cámara de combustión principal (122) que acoge el combustible encendido, **caracterizado porque** la cantidad piloto es como máximo el 10 % de la cantidad máxima;

donde el motor de combustión interna (100, 12, 200) tiene un número P de subcámaras piloto (142, 32) en comunicación con las cámaras de combustión principales (122, 16), y el procedimiento comprende, además:
5 para un número n de las cámaras de combustión principales (122, 16) que acogen el combustible encendido, entregar una inyección de combustible principal de una primera cantidad principal de combustible, siendo la primera cantidad principal como máximo el 10 % de la cantidad máxima;
para un número P-n de las cámaras de combustión principales (122, 16) que acogen el combustible encendido, entregar una inyección de combustible principal de una segunda cantidad principal de combustible, siendo la segunda cantidad principal de combustible más del 10 % de la cantidad máxima; y
10 variar n incrementalmente entre cero y P o variar n incrementalmente entre P y cero.

10. El procedimiento tal como se define en la reivindicación 9, donde cada una de las cámaras de combustión principales (122) tiene un volumen que varía entre un volumen mínimo de cámara (V_{\min}) y un volumen máximo de cámara (V_{\max}), y cada una de las subcámaras piloto (142, 32) tiene un volumen V_2 de como máximo el 10 % de una suma de V_2 y el volumen mínimo de la cámara (V_{\min}).

11. El procedimiento tal como se define en las reivindicaciones 9 y 10, que comprende, además, después de entregar la inyección de combustible principal, siendo la cantidad principal como máximo el 10 % de la cantidad máxima, aumentar la cantidad principal a la cantidad máxima.

12. El procedimiento tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la cantidad principal es cero.

13. El procedimiento tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, donde la cantidad principal es como máximo la cantidad piloto.

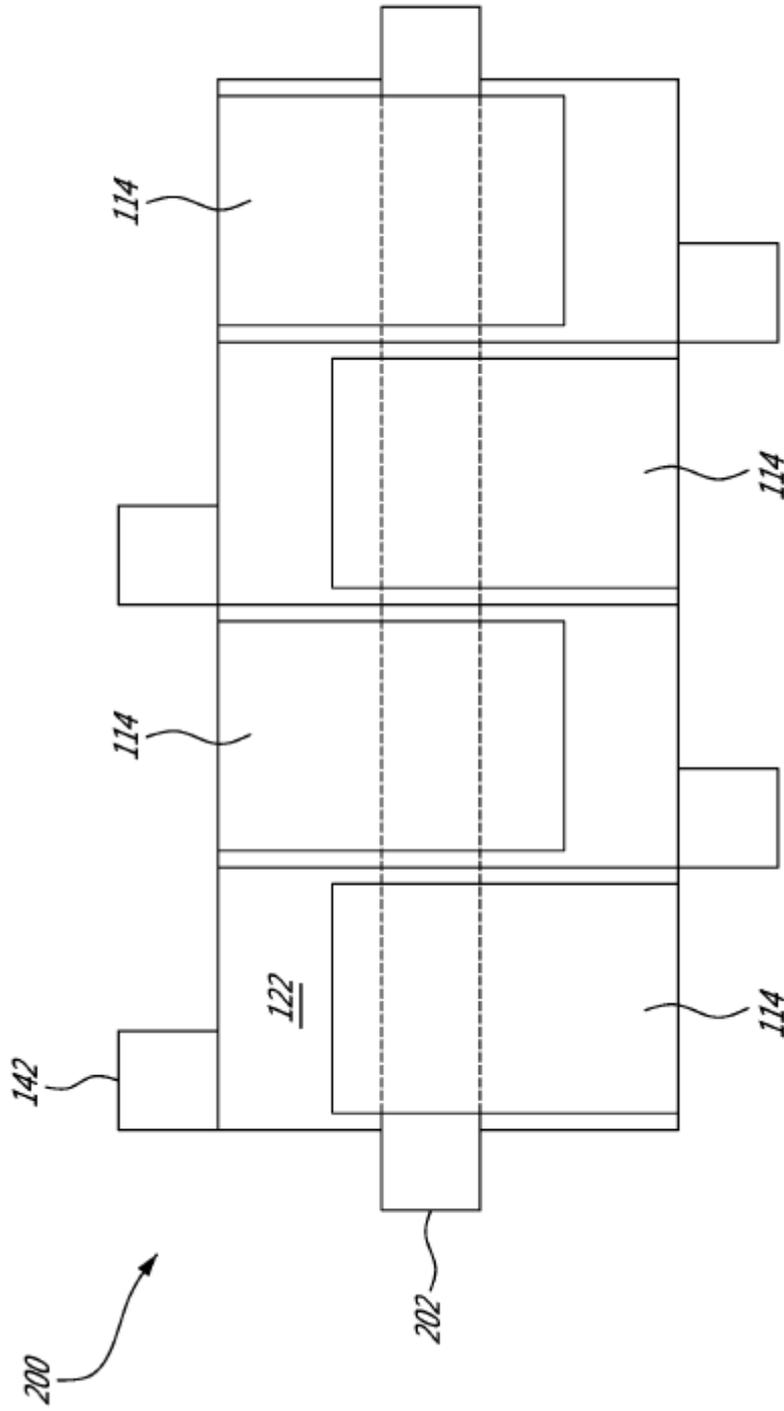


FIG. 2

