

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 041**

51 Int. Cl.:

F02K 9/64 (2006.01)

F02K 9/97 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2022** **E 22174847 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2024** **EP 4134539**

54 Título: **Sección de motor de cohete con parte de pared interior porosa y procedimiento para producir una sección de motor de cohete**

30 Prioridad:

09.08.2021 DE 102021120637

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

25.11.2024

73 Titular/es:

ARIANEGROUP GMBH (100.0%)
Robert-Koch-Straße 1
82024 Taufkirchen, DE

72 Inventor/es:

WIEDMANN, DIETMAR;
EIRINGHAUS, DANIEL;
RIEDMANN, HENDRIK y
RISS, FABIAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 989 041 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

Sección de motor de cohete con parte de pared interior porosa y procedimiento para producir una sección de motor de cohete

5 La invención se refiere a una sección de motor de cohete con una parte de pared interior porosa y a un procedimiento para producir una sección de motor de cohete. En particular, la invención se refiere a una sección de motor de cohete con una sección porosa en una pared interior de un cuerpo de cámara de combustión, estando la sección porosa integrada en una sola pieza en la pared interior. Además, la invención se refiere a un procedimiento para producir una sección de motor de cohete de este tipo mediante fabricación aditiva.

10 En los motores de cohetes, su cámara de combustión se enfría, por ejemplo, mediante refrigeración por transpiración para proteger de los gases calientes la cámara de combustión. En contexto, generalmente se dirige un componente de propelente del motor de cohete a la pared interior de la cámara de combustión, donde forma una película refrigerante. Para introducir el componente de propelente, pueden estar previstos en la pared de la cámara de combustión unos insertos que presenten una estructura porosa.

15 Por ejemplo, en el documento DE 33 20 556 se describe una cámara de combustión de cohete con una pared de refrigeración en la que hay gargantas que forman canales de refrigeración. En una sección de la pared de refrigeración está previsto un material poroso, que forma una "sección transpirante", es decir, se puede desprender un líquido a través de los poros de la sección. En el documento US 2019/299290 A1 se describe un procedimiento para producir una sección de una pared de una cámara de combustión, en donde se utiliza un método de fabricación aditiva para producir un material poroso irregular. Este material poroso se puede utilizar para producir una refrigeración por transpiración.

20 El documento DE 199 01 424 B4, por otro lado, propone practicar taladros de perforación a través de los cuales un refrigerante pueda fluir hacia el lado del gas caliente y forme un velo de transpiración en la pared interior. Mediante un dimensionamiento correspondiente de los taladros de perforación, se puede lograr un efecto estabilizador contra las fluctuaciones de presión.

25 Además, el documento US 5,501,011 se refiere a una refrigeración por transpiración para una cámara de combustión de un motor de cohete. Esta se logra mediante una pared porosa, que forma una estructura permeable. En el lado exterior de la pared porosa, está prevista una lámina metálica con microperforaciones, que forma una capa de calibración hidráulica.

30 En el caso tanto de los insertos porosos como de los taladros de perforación, su producción, es decir, colocación o taladrado en la pared interior de la cámara de combustión, requiere mucho tiempo y es muy costosa.

En este contexto, el objetivo de la presente invención es poner a disposición una sección de motor de cohete, así como un procedimiento de producción correspondiente, que puedan implementarse rápidamente y estén asociados a bajos costes. Este objetivo se logra mediante una sección de motor de cohete con las características de la reivindicación 1 y un procedimiento con las características de la reivindicación 7 &.

35 Según un primer aspecto para una mejor comprensión de la presente divulgación, una sección de motor de cohete comprende un cuerpo de cámara de combustión con una pared interior, y un canal que conduce un refrigerante y que se extiende exteriormente con respecto a la pared interior y a lo largo de esta. El cuerpo de cámara de combustión encierra con su pared interior al menos parte de una cámara de combustión. El cuerpo de cámara de combustión puede, por ejemplo, ser rotacionalmente simétrico o estar adaptado de otro modo a un buen comportamiento de flujo de una corriente de gas caliente.

40 Así, el cuerpo de cámara de combustión presenta una dirección axial que, por ejemplo, se extiende en la dirección de flujo de la corriente de gas caliente y/o forma el eje de simetría de rotación. Correspondientemente, el cuerpo de cámara de combustión puede presentar una dirección circunferencial que, por ejemplo, se extienda en un plano perpendicular a la dirección axial. Correspondientemente, una dirección radial se extiende perpendicularmente a la dirección axial y también en el plano perpendicular a la dirección axial. En la presente divulgación, los conceptos como "interior" y "exterior" se refieren respectivamente a zonas o secciones situadas hacia el eje de simetría de rotación o hacia un centro (más cerca de los mismos) o que están más alejadas del eje de simetría de rotación o del centro.

45 El canal que conduce un refrigerante está dispuesto exteriormente con respecto a la pared interior del cuerpo de cámara de combustión. En otras palabras, el canal está dispuesto en un lado de la pared interior del cuerpo de cámara de combustión que mira en sentido contrario a la cámara de combustión. En este contexto, el canal puede estar dispuesto directamente en un lado exterior de la camisa que forma la pared interior. Además, la camisa también puede delimitar una sección del canal. Como alternativa, o al menos en algunas secciones, el canal también puede estar dispuesto indirectamente en la camisa que forma la pared interior. En el caso de una disposición directa, puede tener lugar un enfriamiento eficaz mediante una absorción de calor directamente de la camisa. En el caso de una disposición indirecta, además de un enfriamiento de la camisa, también se puede tener en cuenta un recorrido óptimo del canal que conduce un refrigerante.

Además, la sección de motor de cohete comprende una sección porosa que está configurada en una sola pieza con la pared interior e integrada en la pared interior. Esto significa que la sección porosa está hecha del mismo material que la pared interior o de forma continua con la camisa que forma la pared interior. Por lo tanto, la sección porosa no se ha fabricado por separado y se ha insertado en la camisa, sino que se ha integrado en la pared interior o en la camisa que forma la pared interior. Esto se puede implementar en particular en forma de una fabricación aditiva, como se examinará con más detalle.

Además, la sección porosa está preparada para permitir que el refrigerante conducido en el canal pase del canal al interior del cuerpo de cámara de combustión. En otras palabras, la sección porosa es permeable al refrigerante y forma una conexión en comunicación de fluidos entre la cámara de combustión y el canal.

En particular, una porosidad de la sección porosa determina un flujo volumétrico y/o un flujo másico del refrigerante que se deja pasar al interior del cuerpo de cámara de combustión. La porosidad se determina, por un lado, mediante una relación entre una sección de volumen determinada de la pared interior y el volumen de espacio vacío contenido en la misma. En este contexto, la porosidad también se puede determinar como la relación entre la densidad aparente del material que forma la pared interior (normal) y la densidad de la sección porosa. Por otro lado, la porosidad en la presente divulgación también se determina mediante una permeabilidad a los fluidos desde un lado exterior hacia un lado interior de la sección porosa. En otras palabras, la porosidad también se determina en función de una conexión en comunicación de fluidos de las cavidades individuales de la sección porosa entre sí, por ejemplo, también en una relación de los volúmenes correspondientes.

Esta forma especial de sección de motor de cohete posibilita una refrigeración por transpiración de la pared interior del cuerpo de cámara de combustión, pudiéndose integrar la sección porosa en la pared interior de forma económica y rápida, por ejemplo, durante la producción de la pared interior o del cuerpo de cámara de combustión. En particular, no hay necesidad de etapas de trabajo adicionales para la producción por separado de un material poroso, que luego deba insertarse en la pared interior de la cámara de combustión en aberturas o depresiones que en primer lugar han de preverse en la misma. Además, puede prescindirse de una fijación de una inserción de este tipo en la pared interior de la cámara de combustión, ya que la sección porosa de la presente divulgación está configurada en una sola pieza con la pared interior e integrada en la misma. Tampoco es necesario llevar a cabo taladrados (perforaciones) que requieren mucho tiempo y son costosos.

En una variante de implementación, la sección porosa puede estar limitada a un zona determinada del cuerpo de cámara de combustión. Por ejemplo, la sección porosa puede estar integrada en la pared interior allí donde se espere la mayor carga térmica. Por lo tanto, la sección porosa presenta una extensión limitada en la dirección axial. Dado que la mayoría de los cuerpos de cámara de combustión son rotacionalmente simétricos, la sección porosa puede estar integrada en la pared interior de forma continua en la dirección circunferencial. Por razones estáticas, por supuesto, pueden estar dispuestas varias secciones porosas en la dirección circunferencial, estando dispuesta en cada caso entre un par de secciones porosas una sección de la pared interior sin porosidad. También de manera opcional, pueden estar integradas varias secciones porosas en la pared interior siguiendo un patrón de tablero de ajedrez, es decir, que tanto en dirección axial como en dirección circunferencial esté dispuesta en cada caso entre un par de secciones porosas una sección de la pared interior sin porosidad. En este contexto, las secciones porosas dispuestas en diagonal unas con respecto a otras pueden estar en contacto entre sí o estar separadas entre sí por una sección de la pared interior sin porosidad.

En una variante de implementación, la porosidad de la sección porosa puede variar en la dirección axial y/o en la dirección circunferencial del cuerpo de cámara de combustión. De este modo, es posible adaptar la porosidad a la situación dentro del cuerpo de cámara de combustión, como resultado de lo cual un flujo volumétrico y/o un flujo másico del refrigerante que se usa para la refrigeración por transpiración y, por lo tanto, la propia refrigeración por transpiración también se adaptan a la situación dentro del cuerpo de cámara de combustión. Por ejemplo, para una posición dentro del cuerpo de cámara de combustión que esté expuesta a temperaturas más altas, se puede prever una sección de mayor porosidad y, por lo tanto, mayor refrigeración que en otras secciones que no estén expuestas a temperaturas tan altas.

La variación de la porosidad puede tener lugar por secciones o cambiar de forma continua. De este modo, el flujo volumétrico y/o el flujo másico del refrigerante y la refrigeración por transpiración correspondiente se pueden adaptar sin transiciones a la carga térmica del cuerpo de cámara de combustión. Esto puede ser ventajoso, por ejemplo, donde la extensión del cuerpo de cámara de combustión también cambie de forma continua (en particular en la dirección radial).

En otra variante de implementación, la sección porosa puede estar dispuesta en un cuello de cámara de combustión del cuerpo de cámara de combustión. El cuello de cámara de combustión es una sección de la cámara de combustión en la dirección axial, que constituye una constricción cuando se ve en la dirección radial. Como resultado de los gases calientes que deben pasar a través de esta constricción, la pared interior del cuerpo de cámara de combustión está expuesta a temperaturas particularmente altas y, por lo tanto, está sometida a un alto esfuerzo térmico. Disponiendo la sección porosa y logrando así una refrigeración por transpiración, la pared interior del cuerpo de cámara de combustión puede protegerse bien de estas altas temperaturas.

También es posible que la sección porosa esté prevista en una transición entre la cámara de combustión y la extensión de tobera. La sección porosa también puede extenderse a lo largo de varias zonas del cuerpo de cámara de combustión.

Además, la porosidad de la sección porosa y, por lo tanto, la refrigeración que se puede lograr se pueden adaptar a la forma del cuerpo de cámara de combustión. Por ejemplo, la porosidad puede variar de tal manera que sea indirectamente proporcional al tamaño del cuerpo de cámara de combustión en la dirección radial. En otras palabras, la porosidad puede ser la mayor allí donde el cuerpo de cámara de combustión es más pequeño en la dirección radial (donde las paredes interiores opuestas del cuerpo de cámara de combustión presentan la distancia más pequeña en la dirección radial y forman el cuello de cámara de combustión) y disminuir a medida que aumenta la anchura del cuerpo de cámara de combustión en la dirección radial. Esto no sólo hace posible lograr una refrigeración óptima, sino también utilizar eficazmente el refrigerante existente (por ejemplo, sin un consumo excesivo de refrigerante para la refrigeración por transpiración, donde esto no sea absolutamente necesario). En una variante de implementación adicional, el canal que conduce un refrigerante puede ser un canal de refrigeración para enfriar la pared interior del cuerpo de cámara de combustión. Por ejemplo, el cuerpo de cámara de combustión puede presentar al menos un canal de refrigeración que se extienda esencialmente en la dirección axial y pase por un lado exterior de la camisa o cuerpo que forma la pared interior y, por ejemplo, siga su extensión cuando se ve en la dirección radial. Como alternativa, el canal que conduce el refrigerante también puede estar dispuesto oblicuamente con respecto a la dirección axial. Por ejemplo, el canal puede estar dispuesto en forma de espiral alrededor de la cámara de combustión. También como alternativa, el canal que conduce el refrigerante también puede ser al menos una sección de una estructura reticular que conduzca el refrigerante o una disposición similar de cavidades conectadas entre sí.

Cada uno de estos canales que conducen el refrigerante se puede usar, por ejemplo, para transportar propelente a un quemador. En este contexto, el propelente puede fluir a través del canal en dirección opuesta a una corriente de gas caliente en la cámara de combustión, o como alternativa fluir en la misma dirección que la corriente de gas caliente. Este propelente utilizado para enfriar el cuerpo de cámara de combustión puede conducirse (en pequeñas cantidades) a través de la sección porosa al interior del cuerpo de cámara de combustión, para llevar a cabo allí la refrigeración por transpiración en la pared interior del cuerpo de cámara de combustión.

En otra variante de implementación, el canal que conduce un refrigerante puede ser un canal dedicado que sirva para alimentar el refrigerante a la sección porosa. En otras palabras, el canal está previsto exclusivamente para alimentar el refrigerante a la sección porosa.

Sólo a modo de ejemplo, el canal puede estar dispuesto separado de otros canales de refrigeración en o junto al cuerpo de cámara de combustión. Como alternativa o adicionalmente, el canal puede ramificarse desde un distribuidor común, desde el cual se ramifiquen hacia secciones porosas adicionales también canales de refrigeración u otros canales que conduzcan el refrigerante.

Según la invención, la sección de motor de cohete comprende además una pluralidad de líneas de alimentación que conectan en comunicación de fluidos el canal que conduce un refrigerante y la sección porosa. Las líneas de alimentación sirven principalmente para la conexión en comunicación de fluidos entre el canal y la sección porosa para, por ejemplo, salvar una separación espacial del canal y la sección porosa. Tal separación espacial puede deberse a un recorrido predefinido del canal en el lado exterior del cuerpo de cámara de combustión. Por ejemplo, en el caso de una pluralidad de tales canales a lo largo del cuerpo de cámara de combustión, estos deben, en virtud del estrechamiento de la cámara de combustión, seguir un recorrido diferente en un cuello de cámara de combustión que en zonas del cuerpo de cámara de combustión que presentan una extensión radial mayor que el cuello de cámara de combustión.

Además, parte de la pluralidad de líneas de alimentación presenta un caudal del refrigerante que difiere de un caudal del refrigerante de la parte restante de la pluralidad de líneas de alimentación. En otras palabras, las líneas de alimentación también pueden servir para determinar un flujo volumétrico y/o un flujo másico del canal a la sección porosa (o sólo una parte de esta). De este modo, el flujo volumétrico y/o el flujo másico pueden determinarse y también optimizarse adicionalmente a la porosidad de la sección porosa.

En otra variante de implementación, el refrigerante puede ser un propelente para cohetes. Por ejemplo, puede ser propelente criogénico y/o propelente líquido que se evapore en la sección porosa o al abandonar la sección porosa hacia el interior del cuerpo de cámara de combustión y forme una película refrigerante en la pared interior del cuerpo de cámara de combustión. Como alternativa, el refrigerante también puede ser un refrigerante por separado, como, por ejemplo, un gas licuado y/o criogénico o un líquido (sólo a modo de ejemplo, puede mencionarse aquí el agua).

Según un aspecto adicional para una mejor comprensión de la presente divulgación, un procedimiento para producir una sección de motor de cohete comprende una puesta a disposición de al menos un material base para un cuerpo de cámara de combustión y una producción, mediante fabricación aditiva a partir del al menos un material base, del cuerpo de cámara de combustión con una pared interior, al menos con un canal dispuesto en un lado exterior de la pared interior y con una sección porosa, que está configurada en una sola pieza con la pared interior e integrada en la pared interior. En otras palabras, durante la producción, la pared interior del cuerpo de cámara de combustión, un

canal dispuesto exteriormente con respecto a la misma (por ejemplo, para conducir un refrigerante), y una sección porosa configurada en la pared interior e integrada en la misma se fabrican en una sola etapa de trabajo.

Como alternativa, durante la producción se pueden producir la pared interior del cuerpo de cámara de combustión y la sección porosa integrada en la misma, formando la pared interior parte del canal dispuesto exteriormente. Las secciones restantes del canal se pueden unir al lado exterior de la pared interior en una etapa de producción adicional para completar el canal.

En particular, mediante una fabricación aditiva (también denominada impresión 3D o *Additive Layer Manufacturing* (ALM)), el cuerpo de cámara de combustión se puede producir por capas con los componentes dispuestos al lado de la pared interior o configurados e integrados dentro de esta. De este modo, todas las cavidades, por ejemplo, el interior del canal y las cavidades que forman la sección porosa, se pueden producir de una manera sencilla, rápida y económica y en cualquier forma. En comparación con la producción e inserción de un inserto, esta forma de producción ahorra muchas etapas de trabajo y, por lo tanto, un tiempo de producción caro.

El material base puede ser un material base en polvo. También es posible usar un material base líquido. En ambos casos, el material base se puede unir para formar una estructura sólida mediante aporte de energía, por ejemplo, mediante un láser.

En particular, la producción comprende además crear una conexión en comunicación de fluidos entre el canal y un interior del cuerpo de cámara de combustión a través de la sección porosa. En otras palabras, se forma una cavidad continua o una cadena de cavidades conectadas entre sí desde el lado interior de la pared interior del cuerpo de cámara de combustión hasta el interior del canal.

La altura mínima de tal cavidad continua (por ejemplo, vista en la dirección axial, si esto también constituye la dirección de fabricación) está determinada en este contexto por el espesor de capa mínimo posible de una capa del procedimiento de fabricación aditiva. El espesor de capa mínimo posible del procedimiento de fabricación aditiva elegido también puede determinar la altura más pequeña posible de la sección porosa, considerada en la dirección de fabricación. Dependiendo de la elección del sistema de fabricación, las cavidades o los componentes sólidos de la sección porosa se pueden fabricar en el intervalo micrométrico o incluso en el intervalo nanométrico. De este modo, se puede conseguir una muy buena introducción del refrigerante en el interior del cuerpo de cámara de combustión como película refrigerante. En particular, el flujo volumétrico y/o el flujo másico del refrigerante a través de la sección porosa se pueden ajustar y determinar con mucha precisión.

En particular, en este contexto, una porosidad de la sección porosa puede determinar un flujo volumétrico y/o un flujo másico de un fluido que fluya del canal al interior del cuerpo de cámara de combustión.

En una variante de implementación, producir la sección porosa del cuerpo de cámara de combustión puede comprender omitir durante la fabricación aditiva zonas predefinidas que formen una estructura permeable a los fluidos, al menos en una sección de la pared interior. En otras palabras, las zonas de la sección porosa que forman una cavidad y/o el canal y/o una línea de alimentación y/u otras cavidades para conducir refrigerante se omiten durante la fabricación aditiva y el material base no se une para formar una estructura sólida. Por ejemplo, en estas zonas puede no realizarse un aporte de energía al material base, de modo que este no se funda ni se pegue consigo mismo en estas zonas.

Por ejemplo, los componentes sólidos de la sección porosa pueden tener una estructura en forma de rejilla, por ejemplo, uniforme. Como alternativa, los componentes sólidos de la sección porosa también pueden presentar una estructura similar a una esponja, estando al menos algunas de las cavidades de la esponja conectadas entre sí o siendo estas al menos permeables al refrigerante. La estructura de la sección porosa se puede elegir de tal manera que, como resultado, se determinen el flujo volumétrico y/o el flujo másico del refrigerante a través de la sección porosa.

En otra variante de implementación, la producción de la sección porosa del cuerpo de cámara de combustión mediante fabricación aditiva puede comprender reducir el aporte de energía en comparación con la producción de otras secciones del cuerpo de cámara de combustión. En otras palabras, en la fabricación aditiva, se puede usar un aporte de energía determinado, para producir los componentes sólidos del cuerpo de cámara de combustión y/o del canal, que esté optimizado para unir el material base para formar una estructura que pueda someterse a carga térmica y a carga estática. Para lograr y/o determinar la porosidad de la sección porosa, se puede elegir un menor aporte de energía en al menos una parte de la sección porosa. De este modo, el material base se funde o se pega consigo mismo en menor medida, lo que da como resultado una armazón más holgada. La sección porosa permanece como resultado de una posterior eliminación del material base no fundido o pegado.

Ahora se explican con más detalle modos de realización preferidos de la invención por medio de los dibujos esquemáticos adjuntos, en donde

la Figura 1 muestra esquemáticamente una vista en sección de una sección de motor de cohete;

la Figura 2 muestra esquemáticamente vistas en sección axial y transversal de un cuerpo de cámara de combustión;

la Figura 3 muestra esquemáticamente vistas en sección axial y transversal adicionales de un cuerpo de cámara de combustión; y

la Figura 4 muestra esquemáticamente un diagrama de flujo de un procedimiento para producir una sección de motor de cohete.

5 La Figura 1 muestra esquemáticamente una vista en sección de una sección 100 de motor de cohete. La vista en sección muestra la sección 100 de motor de cohete en un plano de sección paralelo a y a través de un eje R de simetría de rotación de un cuerpo 105 de cámara de combustión de la sección 100 de motor de cohete. En este contexto, el eje R de simetría de rotación se extiende en la dirección axial. La sección 100 de motor de cohete representada comprende, por ejemplo, un cuello 110 de cámara de combustión del cuerpo 105 de cámara de combustión. Este cuello 110 de cámara de combustión es normalmente el punto más estrecho del espacio interior del cuerpo 105 de cámara de combustión. Por ejemplo, en la Figura 1, puede haber, a la izquierda del cuello 110 de cámara de combustión, un quemador (no representado) en el que se introducen y se queman los componentes del propelente. Por lo tanto, los componentes del propelente que se queman o ya quemados se expulsan hacia la derecha en la Figura 1 y pasan por el cuello 105 de cámara de combustión. Por lo tanto, este está expuesto a un alta carga térmica.

El cuerpo 105 de cámara de combustión comprende una pared interior 201 y una pared exterior 202, no analizándose esta última con más detalle. Para enfriar la pared interior 201 en particular, al menos un canal 210, 220, que conduce un refrigerante, se extiende exteriormente con respecto a la pared interior y a lo largo de esta. Por ejemplo, un refrigerante puede fluir a través del canal 210, 220 hasta el quemador (a la izquierda en la Figura 1, no representado) y, en este proceso, enfriar el cuerpo 105 de cámara de combustión y, en particular, su pared interior 201. En este contexto, la pared interior 201 puede constituir una pared del canal 110, 220.

En la zona particularmente sometida a esfuerzo del cuello 110 de cámara de combustión está representada además una sección porosa 250. Por supuesto, tal sección porosa 250 también puede estar dispuesta en otros puntos del cuerpo 105 de cámara de combustión o también puede extenderse a lo largo de toda la pared interior 201 del cuerpo de cámara de combustión. Esto es aplicable tanto en la dirección axial como en la dirección radial (perpendicular al plano del dibujo de la Figura 1). Además, naturalmente, también pueden estar previstas varias secciones porosas 250 en la pared interior 201.

La sección porosa 250 está configurada en una sola pieza con la pared interior 201 y está integrada en la pared interior 201. Es decir, el material que forma la sección porosa 250 es el mismo que también forma la pared interior 201. La sección porosa 250 está preparada en particular para conducir y dejar pasar del canal 210, 220 al interior del cuerpo 105 de cámara de combustión el refrigerante conducido en el canal 210, 220. En otras palabras, la sección porosa 250 forma una conexión en comunicación de fluidos entre el canal 210, 220 y el espacio interior del cuerpo 105 de cámara de combustión (de la cámara de combustión).

Una porosidad de la sección porosa 250, que se define mediante una relación entre espacio vacío y sustancia sólida, determina en este contexto un flujo volumétrico y/o un flujo másico del refrigerante que se deja pasar al interior del cuerpo 105 de cámara de combustión. En virtud de la porosidad, el refrigerante fluye hacia el lado interior de la pared interior 201 y forma allí una película refrigerante. Esta película refrigerante proporciona una refrigeración por transpiración directamente junto a la superficie cargada térmicamente de la pared interior 201.

Como se desprende de la representación de la Figura 1, una distancia de la pared interior 201 al eje R de simetría de rotación cambia precisamente en la zona del cuello 110 de cámara de combustión a lo largo de la dirección axial (eje R de simetría de rotación). Por consiguiente, también cambia la carga térmica en la pared interior 201. Por supuesto, la carga térmica en la pared interior 201 también puede cambiar en la dirección axial en virtud del progreso de la combustión en la cámara de combustión.

En este contexto, la porosidad de la sección porosa 250 puede variar en la dirección axial y/o en la dirección circunferencial para adaptarse a la carga térmica correspondiente. Así, puede estar implementada una mayor porosidad en el punto con la distancia más pequeña al eje R de simetría de rotación. Una gran porosidad significa que hay más y/o mayores cavidades (y también más y/o mayores conexiones entre las cavidades) de la sección porosa 250. Esto también corresponde a un mayor flujo volumétrico y/o flujo másico del refrigerante que llega al lado interior de la pared interior 201 a través de la sección porosa 250. Por lo tanto, se puede lograr una mayor refrigeración de la pared interior 201.

La Figura 2 muestra vistas en sección de un cuerpo 105 de cámara de combustión. En particular, están representadas una vista en sección en la dirección axial (a la izquierda en la Figura 2) y una vista en sección en la dirección circunferencial del cuerpo 105 de cámara de combustión (a la derecha en la Figura 2). La sección 100 de motor de cohete mostrada muestra un canal dedicado 220, que sirve para alimentar el refrigerante a la sección porosa 250. El canal dedicado 220 conduce un refrigerante, que puede dirigirse desde el exterior a la sección porosa 250. Por ejemplo, pueden estar previstas con este fin una o varias líneas 222 de alimentación, que conecten en comunicación de fluidos el canal 220 a la sección porosa 250. El refrigerante puede ser, por ejemplo, un propelente del motor de cohete.

El canal dedicado 220, del que sólo puede verse un detalle en la Figura 2, también puede ser parte de una estructura reticular que conduzca fluido que esté conectada en comunicación de fluidos a la sección porosa 250 mediante una o varias líneas 222 de alimentación.

- 5 Un caudal del refrigerante hacia la sección porosa 250 también se puede determinar mediante las una o varias líneas 222 de alimentación. Por un lado, el caudal puede determinarse mediante el número de líneas 222 de alimentación por unidad de superficie fijada de la sección porosa 250. Por otro lado, el caudal también puede determinarse mediante un diámetro interior predefinido de las líneas 222 de alimentación. Mediante una elección correspondiente de las líneas 222 de alimentación, pueden alimentarse a distintas zonas de la sección porosa 250 un flujo volumétrico y/o un flujo másico del refrigerante diferentes. Por ejemplo, una parte de las líneas 222 de alimentación puede presentar un caudal del refrigerante que sea diferente de un caudal del refrigerante de otra parte de las líneas 222 de alimentación. Esto también se puede predefinir mediante un diámetro interior y/o un número de líneas 222 por unidad de superficie. En cualquier caso, la sección porosa 250 puede provocar una refrigeración por transpiración diferente en la dirección axial y/o en la dirección circunferencial, ya que se dirige una cantidad diferente de refrigerante a las distintas zonas de la sección porosa 250.
- 10
- 15 Por supuesto, la porosidad de la sección porosa 250 también puede variar en la dirección axial y/o en la dirección circunferencial. Esto puede estar implementado adicionalmente o como alternativa a las diferentes líneas 222 de alimentación.

- 20 Como está representado en la Figura 2, la sección 100 de motor de cohete presenta opcionalmente un canal 210 de refrigeración. Este, al igual que el canal 220, está dispuesto exteriormente con respecto a la pared interior 201 y a lo largo de esta. A diferencia del canal 220, el canal 210 de refrigeración se extiende independientemente del mismo y conduce refrigerante (el mismo que en el canal 220 u otro), por ejemplo, a un quemador (no representado). En ambos casos, el refrigerante se usa para enfriar la pared interior 201, ya que el refrigerante que se halla en el canal 210, 220 absorbe calor de la pared interior 201 (también independientemente de si se conduce a la sección porosa 250).

- 25 En la Figura 3 también están representadas vistas en sección de una sección 100 de motor de cohete correspondientes a las de la Figura 2. En la sección 100 de motor de cohete que se muestra aquí, el canal que conduce un refrigerante es un canal 210 de refrigeración que, al menos en la zona representada, se extiende esencialmente en la dirección axial del cuerpo 105 de cámara de combustión y que está previsto para enfriar la pared interior 201 del cuerpo 105 de cámara de combustión. El canal 210 de refrigeración, del que sólo puede verse un detalle en la Figura 3, también puede ser parte de una estructura reticular que conduzca fluidos que esté conectada en comunicación de fluidos a la sección porosa 250.
- 30

- 35 En comparación con el diseño de la Figura 2, aquí no se requiere un canal dedicado 220, lo que hace que la sección 100 de motor de cohete sea más fácil de producir. Por otro lado, en el diseño de la Figura 2, el flujo volumétrico y/o el flujo másico para la refrigeración por transpiración en la sección porosa 250 se pueden controlar independientemente de una corriente de refrigerante en el canal 210. Por ejemplo, el canal 210 de refrigeración de la Figura 2 puede usarse para suministrar al motor de cohete propelente para cohetes, cuyo flujo volumétrico y/o flujo másico tienen que controlarse en caso dado de manera diferente a una refrigeración en la sección porosa 250.

La sección porosa 250 de la Figura 3 puede estar conectada en comunicación de fluidos al canal 210 mediante una o varias líneas 212 de alimentación. Las líneas 212 de alimentación pueden estar diseñadas de la misma manera que las líneas 222 de alimentación, que se han descrito con referencia a la Figura 2.

- 40 Según un ejemplo, que no entra dentro del alcance de protección de la invención reivindicada, la sección porosa 250 también puede estar configurada en una sola pieza con una pared lateral del canal 210 e integrada en la misma. En otras palabras, se puede prescindir de líneas 212 de alimentación producidas por separado. Por ejemplo, la pared interior 201 también puede delimitar el canal 210 de refrigeración al menos por secciones. Las cavidades de la sección porosa 250 conectan así un espacio interior (lumen) del canal 210 a la cámara de combustión (lado interior del cuerpo 105 de cámara de combustión). Mediante una elección correspondiente de la porosidad, una refrigeración por transpiración de la pared interior 201 puede variar y determinarse dependiendo de la situación dentro del cuerpo 105 de cámara de combustión.
- 45

- 50 La Figura 4 muestra esquemáticamente un diagrama de flujo de un procedimiento para producir una sección 100 de motor de cohete. En una primera etapa 305, se pone a disposición al menos un material base para un cuerpo 105 de cámara de combustión. El al menos un material base puede ser, por ejemplo, un metal, una aleación metálica o una cerámica. En particular, el material base puede ponerse a disposición en forma de polvo o líquido y puede estar preparado para fundirlo o pegarlo consigo mismo mediante un aporte selectivo de energía.

- 55 En una etapa adicional 310, se produce mediante fabricación aditiva, por ejemplo, mediante un aporte selectivo de energía al material base puesto a disposición, un cuerpo 105 de cámara de combustión con una pared interior 201, con al menos un canal 210, 220 dispuesto en un lado exterior de la pared interior 201, y con una sección porosa 250, que está configurada en una sola pieza con la pared interior 201 e integrada en la pared interior 201. Durante la producción, en particular de la sección porosa 250, se puede realizar una conexión en comunicación de fluidos entre el canal 210, 220 y el interior del cuerpo 105 de cámara de combustión a través de la sección porosa 250.

5 Esto se puede hacer, por ejemplo, omitiendo zonas predefinidas que formen cavidades de la sección porosa 250. En otras palabras, el material base se solidifica sólo en las zonas alrededor de las cavidades y se conforma en una estructura que constituye una estructura permeable a los fluidos a través de las cavidades. Como alternativa a esto, el aporte de energía durante la fabricación aditiva puede reducirse en comparación con el necesario para producir otras secciones del cuerpo de cámara de combustión. Como resultado del menor aporte de energía, el material base se une consigo mismo con menos fuerza, de modo que se produce una estructura porosa. La armazón que forma la sección porosa 250 permanece como resultado de una posterior eliminación de material base no unido consigo mismo.

Los modos de realización aquí descritos son sólo ejemplos y sirven sólo para explicar la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Sección (100) de motor de cohete, que comprende:

- un cuerpo (105) de cámara de combustión con una pared interior (201);

- un canal (210, 220) que conduce un refrigerante y que se extiende exteriormente con respecto a la pared interior (201) y a lo largo de esta; y

- una sección porosa (250) que está configurada en una sola pieza con la pared interior (201) e integrada en la pared interior (201) y preparada para permitir que el refrigerante conducido en el canal (210, 220) pase del canal (210, 220) al interior del cuerpo (105) de cámara de combustión, determinando una porosidad de la sección porosa (250) un flujo volumétrico y/o un flujo másico del refrigerante que se deja pasar al interior del cuerpo (105) de cámara de combustión,

caracterizado por que la sección (100) de motor de cohete comprende además:

- una pluralidad de líneas (212, 222) de alimentación que conectan en comunicación de fluidos el canal (220) que conduce un refrigerante y la sección porosa (250),

presentando una parte de la pluralidad de líneas (212, 222) de alimentación un caudal del refrigerante que es diferente de un caudal del refrigerante de la parte restante de la pluralidad de líneas (212, 222) de alimentación, de modo que se alimentan a distintas zonas de la sección porosa (250) un flujo volumétrico y/o un flujo másico del refrigerante diferentes.

2. Sección (100) de motor de cohete según la reivindicación 1, en donde la porosidad de la sección porosa (250) varía en la dirección axial y/o en la dirección circunferencial del cuerpo (105) de cámara de combustión.

3. Sección (100) de motor de cohete según la reivindicación 1 o 2, en donde la sección porosa (250) está dispuesta en un cuello (110) de cámara de combustión del cuerpo (105) de cámara de combustión.

4. Sección (100) de motor de cohete según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el canal (210, 220) que conduce un refrigerante es un canal (210) de refrigeración para enfriar la pared interior (201) del cuerpo (105) de cámara de combustión, o una sección de una estructura reticular (210, 220) que conduce el refrigerante para enfriar la pared interior (201) del cuerpo (105) de cámara de combustión.

5. Sección (100) de motor de cohete según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el canal (210, 220) que conduce un refrigerante es un canal dedicado (220) que sólo sirve para alimentar el refrigerante a la sección porosa (250).

6. Sección (100) de motor de cohete según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el refrigerante es un propelente para cohetes.

7. Procedimiento para producir una sección (100) de motor de cohete, que comprende:

- poner a disposición (305) al menos un material base para un cuerpo (105) de cámara de combustión; y

- producir (310), mediante fabricación aditiva a partir del al menos un material base, el cuerpo (105) de cámara de combustión con una pared interior (201), con al menos un canal (210, 220), dispuesto en un lado exterior de la pared interior (201), y con una sección porosa (250) que está configurada en una sola pieza con la pared interior (201) e integrada en la pared interior (201),

en donde la producción comprende además crear una conexión en comunicación de fluidos entre el canal (210, 220) y un interior del cuerpo (105) de cámara de combustión a través de la sección porosa (250), y

en donde una porosidad de la sección porosa (250) determina un flujo volumétrico y/o un flujo másico de un fluido que fluye del canal (210, 220) al interior del cuerpo (105) de cámara de combustión,

en donde la producción comprende además producir una pluralidad de líneas (212, 222) de alimentación que conectan en comunicación de fluidos el canal (220) que conduce un refrigerante y la sección porosa (250), y en donde

una parte de la pluralidad de líneas (212, 222) de alimentación presenta un caudal del refrigerante que es diferente de un caudal del refrigerante de la parte restante de la pluralidad de líneas (212, 222) de alimentación, de modo que se alimentan a distintas zonas de la sección porosa (250) un flujo volumétrico y/o un flujo másico del refrigerante diferentes.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, en donde la producción de la sección porosa (250) del cuerpo (105) de cámara de combustión comprende omitir durante la fabricación aditiva zonas predefinidas, que forman una estructura permeable a los fluidos, al menos en una sección de la pared interior (201).

9. Procedimiento según la reivindicación 7, en donde la producción de la sección porosa (250) del cuerpo (105) de cámara de combustión mediante fabricación aditiva comprende reducir el aporte de energía en comparación con la producción de otras secciones del cuerpo (105) de cámara de combustión.

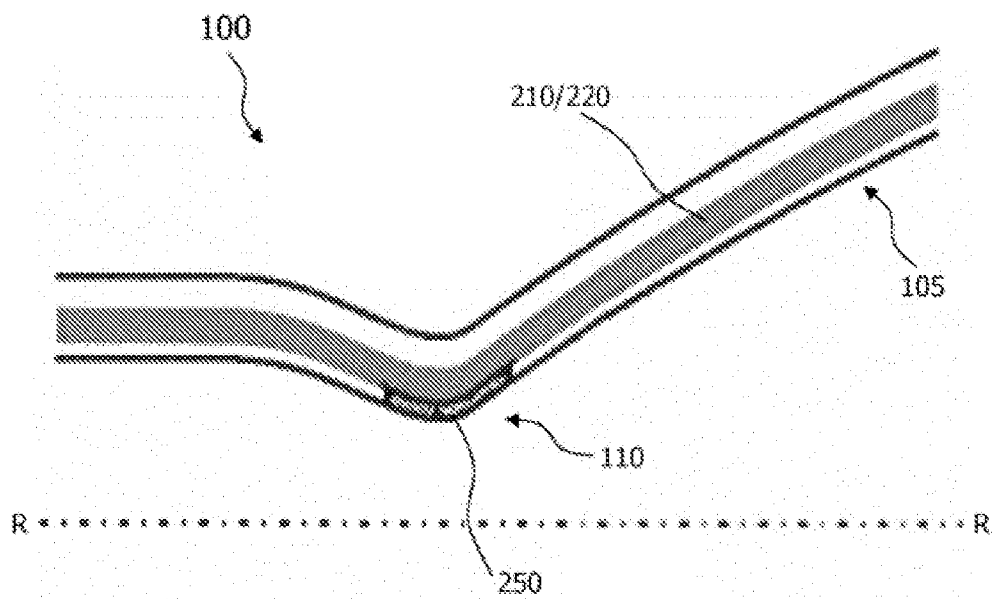


Fig. 1

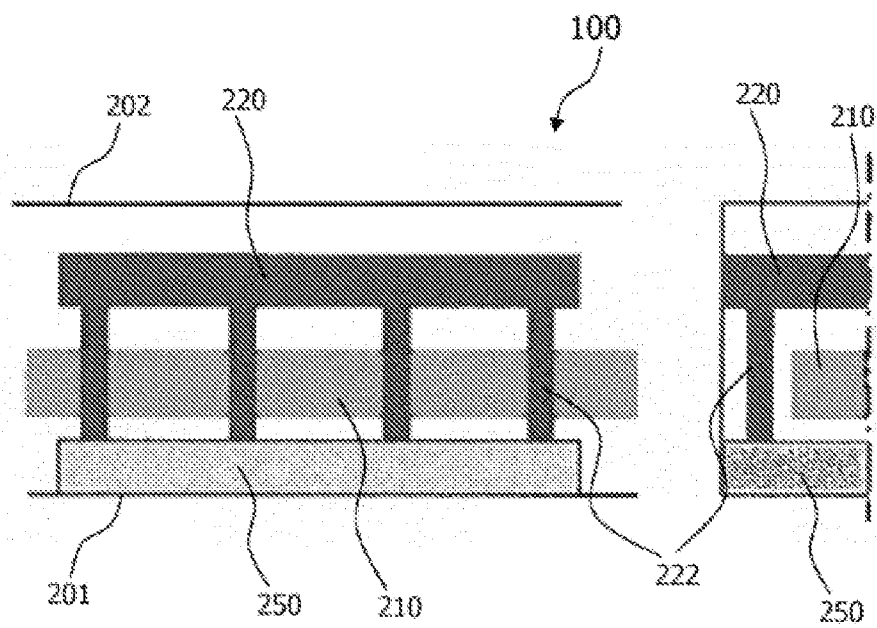


Fig. 2

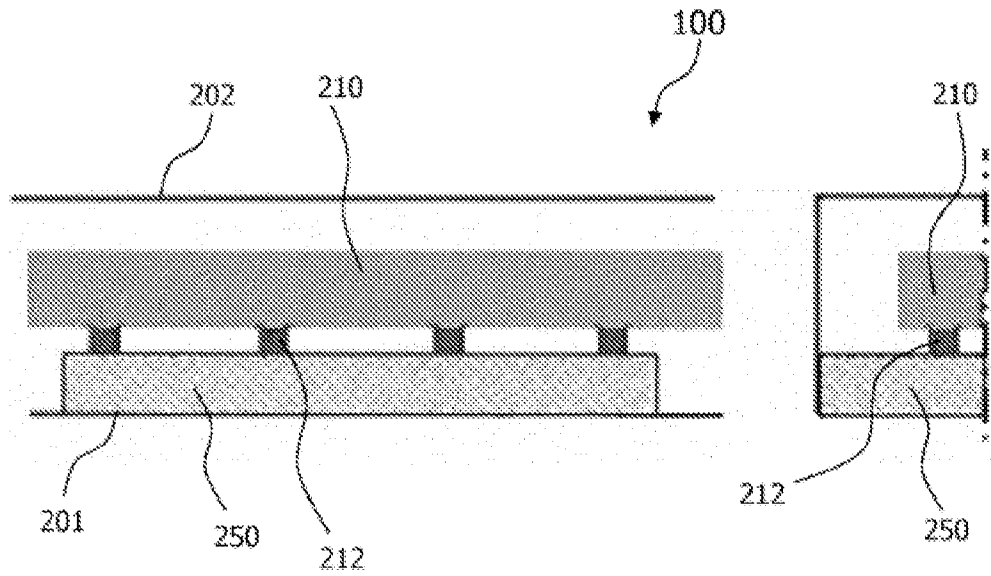


Fig. 3

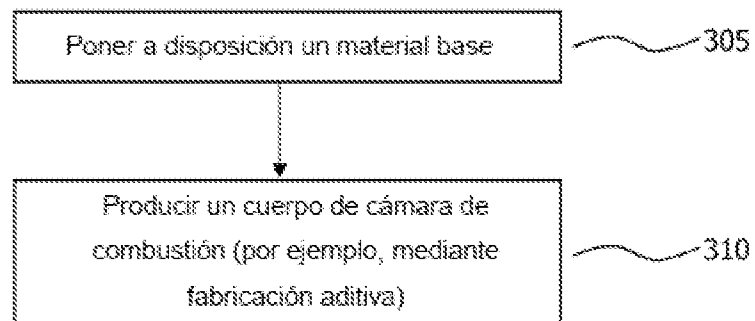


Fig. 4