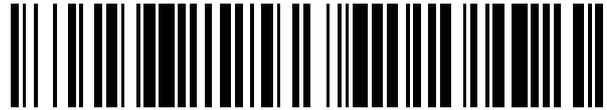


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 759**

51 Int. Cl.:

F02K 9/64

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2017** E 17179539 (6)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2019** EP 3267024

54 Título: **Motor de cohete**

30 Prioridad:

07.07.2016 DE 102016212399

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

23.04.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BEHR, ROLAND;
IVANCIC, BLAZENKO;
WIEDMANN, DIETMAR y
RIEDMANN, HENDRIK**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 755 759 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Motor de cohete

La presente exposición se refiere a un motor de cohete, en particular a motor de cohete para un vehículo espacial.

En los motores de cohete con propelente líquido conocidos de la técnica anterior, el propelente se suministra por medio de un sistema de alimentación del propelente desde los depósitos de propelente hasta una cámara de empuje que está compuesta sustancialmente por una cámara de combustión y una tobera (expansión). Como propelente se puede hacer uso de, por ejemplo, hidrógeno, queroseno o hidracina, el cual, junto con un agente oxidante, por ejemplo, oxígeno líquido o tetraóxido de dinitrógeno, se inyectan en la cámara de combustión con el fin de que se quemen en su interior. De ese modo, los gases de escape producidos se expanden desde la cámara de combustión, a través de la tobera, hasta el exterior, por medio de lo cual el motor de cohete genera un empuje que actúa en dirección opuesta a la expansión de los gases de escape.

Durante el proceso de combustión, las temperaturas en la cámara de combustión pueden alcanzar más de 3000 °C. Para hacer posible que la cámara de empuje, especialmente la cámara de combustión, soporte estas temperaturas, la pared de la cámara de combustión se refrigera habitualmente por medio de un refrigerante que fluye a través de un sistema de conductos. Por ejemplo, en el denominado método de flujo de derivación, el propelente (p. ej., hidrógeno líquido), antes de que se suministre a la cámara de combustión se puede conducir a través de unos canales formados en la pared de la cámara de combustión, donde tiene lugar un intercambio de calor entre el medio refrigerante y la pared de la cámara de combustión. En los documentos DE 103 43 049 B3 y US 2010/0229389 A1 se describen unas realizaciones ejemplares de una cámara de combustión que tiene unos canales de refrigeración a través de los cuales fluye un medio refrigerante.

Asimismo, el documento US 3 724 048 A describe una cámara de empuje de un motor de cohete refrigerada de manera regenerativa que tiene una primera pared de la cámara de empuje, una segunda pared de la cámara de empuje, un colector de alimentación del refrigerante líquido, un colector de descarga del refrigerante líquido, unos conductos de refrigerante líquido y unas paredes laterales de los conductos de refrigerante líquido. Se dispone una pluralidad de aberturas entre los conductos de refrigerante líquido adyacentes en las paredes laterales, por medio de lo cual se forma un colector de derivación junto con una primera pared de la cámara de empuje.

El documento US 5 501 011 A tan solo describe una cámara de empuje de un motor de cohete en la que la parte interna de la cámara de combustión, que entra en contacto con el flujo de gas caliente, comprende una pared porosa. Una lámina de calibración hidráulica, fabricada con un material a prueba del fluido refrigerante, está constituida por una lámina metálica y está perforada por una multiplicidad de microperforaciones distribuidas sobre toda el área de la envoltura.

El documento WO 2008/010748 A1 describe un método para fabricar una estructura de pared que forma un elemento del motor de cohete para una cámara de empuje. En el método se mecaniza una superficie de una pieza de trabajo en forma de lámina, de modo que se forme una pared interior con almas alargadas separadas circunferencialmente que se proyectan desde la pared interior formando ángulos rectos con respecto a la pared. Se sitúa una pared exterior tubular alrededor de la pared interior y posteriormente se une a los bordes de las almas mediante soldadura desde un lado exterior de la pared exterior con relación a la refrigeración. Los extremo de las almas intermedias se mecanizan de modo que los extremos estén achaflanados.

En el documento WO 02/055860 A1, se describe una tobera de salida para un motor de cohete que comprende tres secciones dispuestas de manera longitudinal, donde la pared de tobera de cada sección es una estructura que comprende una pluralidad de canales de refrigeración tubulares mutuamente adyacentes que se extienden de manera helicoidal sustancialmente en paralelo entre sí desde el extremo de entrada de la sección hasta su extremo de salida. Los tubos se sueldan entre sí en el exterior mediante soldadura láser, y los tubos en secciones adyacentes están orientados de modo que haya un cambio entre un ángulo de canal positivo y uno negativo en la transición de una sección a una sección adyacente para un momento de rodadura reducido.

Frente a estos antecedentes es un objeto de la presente invención proporcionar un motor de cohete que se pueda producir de manera comparativamente simple y que garantice una refrigeración eficiente de la pared de la cámara de empuje.

A este respecto, se propone un motor de cohete que tiene una cámara de empuje delimitada por una construcción de revestimiento con un eje longitudinal de la cámara. La construcción de revestimiento incluye al menos un canal de refrigeración en conexión fluida con una fuente de un medio refrigerante. El canal de refrigeración está atravesado por una pluralidad de elementos puente, alrededor de los cuales fluye el medio refrigerante y que cada uno se extiende únicamente sobre una parte de la longitud del canal de refrigeración, medida a lo largo del eje longitudinal de la cámara, y que conectan las dos piezas de la pared de revestimiento, que delimitan el canal de refrigeración en el interior y en el exterior de la construcción de revestimiento, la una a la otra. El canal de refrigeración y también la construcción de revestimiento con las piezas de la pared de revestimiento, que delimitan el

canal de refrigeración, se pueden configurar, por ejemplo, con simetría cilíndrica.

5 En el interior y en el exterior en este contexto se refiere a una dirección radial con relación al eje longitudinal de la cámara, de la cámara de empuje. La distancia radial entre el eje longitudinal de la cámara y la pieza material de pared que delimita el canal de refrigeración en el interior es, por tanto, menor que la distancia radial entre el eje longitudinal de la cámara y la pieza material de pared que delimita el canal de refrigeración en el exterior.

El canal de refrigeración se puede extender sustancialmente sobre la totalidad de la longitud axial de la cámara de empuje o únicamente sobre una parte de la longitud axial de la cámara de empuje. En particular, se puede disponer que el canal de refrigeración esté situado en la región del espacio de combustión y/o en la región de la tobera.

10 En ciertas realizaciones, el canal de refrigeración tiene una entrada y una salida para el medio refrigerante, a través de las cuales puede entrar y salir del canal de refrigeración el medio refrigerante, respectivamente. La entrada puede estar conectada de manera fluida, por ejemplo, a un distribuidor de entrada. La entrada y/o la salida se disponen preferentemente en al menos un extremo del canal de refrigeración en la dirección longitudinal de la cámara. Por ejemplo, la entrada y/o la salida se pueden disponer en el extremo de la tobera orientado alejándose de la cámara de combustión o en el extremo de la cámara de combustión orientado alejándose de la tobera.

15 Se indicó que los elementos puente se extienden únicamente sobre una parte, en particular una parte pequeña, de la longitud del canal de refrigeración medida a lo largo del eje longitudinal de la cámara. Dicho de otro modo, los elementos puente son más cortos que el canal de refrigeración si uno considera la extensión del canal de refrigeración en la dirección desde un extremo de inyección de la cámara de empuje, en el que se inyecta el propelente en un espacio de combustión de la cámara de empuje, hasta un extremo de salida de los gases de escape de la cámara de empuje, en el que se descargan los gases de escape que resultan de la combustión del propelente desde la tobera de la cámara de empuje. Esta dirección de extensión del canal de refrigeración corre en una dirección de visualización desde radialmente el exterior en la cámara de empuje a lo largo de la dirección longitudinal de la cámara, incluso si, cuando se visualiza una sección longitudinal axial que contiene el eje longitudinal de la cámara, la construcción de revestimiento no se extiende paralela o paralela sobre todo el eje longitudinal de la cámara (por ejemplo, la construcción de revestimiento cuando se visualiza en dicha sección longitudinal axial se extiende en la región de la tobera de manera oblicua al eje longitudinal de la cámara). En ciertas realizaciones, la extensión longitudinal de los elementos puente (medida a lo largo del eje longitudinal de la cámara) es sustancialmente menor que la longitud del canal de refrigeración y es, por ejemplo, como máximo un 20%, o como máximo un 15%, o como máximo un 10%, o como máximo un 5%, o como máximo un 3%, o como máximo un 1% de la longitud del canal de refrigeración. Como alternativa, la extensión longitudinal de los elementos puente (medida a lo largo del eje longitudinal de la cámara) puede ser de al menos un 20%, o al menos un 15%, o al menos un 10%, o al menos un 5%, o al menos un 3%, o al menos un 1% de la longitud del canal de refrigeración.

En una realización, al menos un número parcial de los elementos puente tienen una forma diferente y/o un tamaño diferente. Como alternativa, todos los elementos puente pueden tener la misma forma y el mismo tamaño.

35 Con respecto al patrón de distribución de los elementos puente en la dirección longitudinal de la cámara y en la dirección circunferencial de la cámara, en ciertas realizaciones se da el caso de que al menos un número parcial de los elementos puente se disponen con un desfase angular mutuo, haciendo referencia a una dirección circunferencial de la cámara de empuje, y con un desfase longitudinal mutuo, haciendo referencia al eje longitudinal de la cámara, en el canal de refrigeración. Por ejemplo, los elementos puente se pueden distribuir sobre una pluralidad de líneas circunferenciales axialmente sucesivas (en particular, líneas anulares), donde para al menos un número parcial de líneas circunferenciales agrupadas por parejas axialmente adyacentes, los elementos puente de una línea circunferencial del par se disponen desfasados angularmente con respecto a los elementos puente de la otra línea circunferencial del par. Como alternativa o de manera adicional, para al menos un número parcial de líneas circunferenciales agrupadas por parejas axialmente adyacentes, los elementos puente de una línea circunferencial del par se disponen en la misma posición angular con respecto a los elementos puente de la otra línea circunferencial del par. El número de elementos puente por línea circunferencial así como también el número de líneas circunferenciales axialmente sucesivas se especificará de manera adecuada dependiendo de los requisitos de estabilidad.

50 En ciertas realizaciones, las dos piezas de pared de revestimiento se forman con partes anulares de pared dispuestas de manera concéntrica una dentro de otra y separadas una de otra mediante un espacio anular radial. En estas realizaciones, en la dirección circunferencial anular se proporcionan una pluralidad de canales de refrigeración, que se disponen distribuidos y cada uno se extiende únicamente sobre una parte de la circunferencia anular y se suministra a cada uno un medio refrigerante desde la fuente, o un único canal de refrigeración, que se extiende sobre la totalidad de la circunferencia anular. En el primer caso, cada uno de la pluralidad de canales de refrigeración tiene en la dirección circunferencial anular, por ejemplo, una anchura angular de al menos 30 grados, o al menos 60 grados, o al menos 72 grados, o al menos 90 grados, o al menos 120 grados, o al menos 150 grados, o al menos 180 grados.

En ciertas realizaciones, al menos un número parcial de los elementos puente se implementan como almas puente que son más largas que anchas, cuando se observan en un área de la sección orientada a lo largo de las piezas de pared de revestimiento. Preferentemente, las almas puente se forman de modo que estas tengan una primera dimensión (longitud) en la dirección longitudinal de la cámara y una segunda dimensión (anchura) perpendicular a la dirección longitudinal de la cámara, por ejemplo, en el área de la sección orientada a lo largo de las piezas de pared de revestimiento, donde la primera dimensión es mayor que la segunda dimensión. Por ejemplo, la primera dimensión puede ser el doble o cuatro veces mayor que la segunda dimensión. Se puede concebir que las almas puente son más largas que anchas, donde, cuando se observan en el área de la sección, la longitud de las almas puente se mide en una dirección principal de flujo del medio refrigerante aguas arriba de las almas puente y la anchura de las almas puente se mide perpendicular a la dirección principal de flujo. Cuando se observa en el área de la sección, la longitud de las almas puente se puede medir en paralelo al eje longitudinal de la cámara y la anchura de las almas puente se puede medir de manera perpendicular al eje longitudinal de la cámara, p. ej., a lo largo de una de las piezas de pared de revestimiento.

Al menos un número parcial de las almas puente se pueden orientar, cuando se observan en el área de la sección orientada a lo largo de las piezas de pared de revestimiento, con su dirección longitudinal del alma paralela al eje longitudinal de la cámara. Como alternativa o de manera adicional, al menos un número parcial de las almas puente, de manera similar, cuando se observan en el área de la sección, se pueden orientar con su dirección longitudinal del alma formando un ángulo agudo de manera oblicua con respecto al eje longitudinal de la cámara. En particular, se pueden combinar entre sí las almas puente orientadas de manera rectilínea y las almas puente orientadas de manera oblicua. Aunque la sección transversal de flujo del medio refrigerante se puede definir de manera local sobre la base del número de almas puente orientadas paralelas al eje longitudinal de la cámara, con el fin de establecer la velocidad local del flujo, las almas puente orientadas de manera oblicua hacen posible un cambio de dirección del flujo del medio refrigerante. En general, de ese modo se puede mejorar la eliminación de calor.

En ciertas realizaciones, al menos un número parcial de almas puente tiene, cuando se observa en el área de la sección, una forma de alma rectilínea o una forma de alma curva o doblada. En particular, al menos una de las almas puente, cuando se observa en el área de la sección, se puede optimizar con respecto a su resistencia al flujo, por ejemplo, teniendo un perfil de gota. Un perfil de gota se distingue por que es axialmente simétrico con relación a su eje longitudinal, tiene en su primer extremo en la dirección longitudinal un primer radio de curvatura y en su segundo extremo, opuesto al primer extremo, en la dirección longitudinal tiene un segundo radio de curvatura, que es menor que el primer radio de curvatura. Preferentemente, las almas puente de dicha configuración se disponen de tal manera en el canal de refrigeración que están sometidas a un flujo en su primer extremo. Asimismo, se puede concebir que la forma de las almas, cuando se observa en el área de la sección, es poligonal, en particular triangular o cuadrangular.

Asimismo, al menos un número parcial de almas puente tiene, cuando se observa en la sección longitudinal axial a través del eje longitudinal de la cámara, una sección transversal con forma de trapecio. Con forma de trapecio significa en la presente una forma de trapecio verdadero con dos lados paralelos y dos no paralelos. Es decir, una sección transversal con forma de trapecio puede ser en la presente una sección transversal de un trapecio verdadero con dos lados paralelos y dos no paralelos. Los lados paralelos del trapecio se pueden extender a lo largo del área de la sección entre las piezas de pared de revestimiento y las almas puente, y la altura del trapecio se puede corresponder esencialmente con la distancia entre las piezas de pared de revestimiento. Además, cuando se observa en la sección longitudinal axial, los bordes de las almas puente, dispuestos aguas arriba o aguas abajo con respecto a la dirección del flujo del medio refrigerante, se pueden extender de manera perpendicular a las superficies de las piezas de pared de revestimiento que limitan el canal de refrigeración, o se pueden intersectar con las superficies de las piezas de pared de revestimiento que limitan el canal de refrigeración formando un ángulo, que preferentemente es como máximo de 30°.

En ciertas realizaciones, al menos un número parcial de elementos puente se producen de una pieza de manera continua sin juntas con las dos piezas de pared de revestimiento. Por ejemplo, las piezas de pared de revestimiento y los elementos puente se pueden fabricar con un método de fabricación aditiva por capas (ALM, por sus siglas en inglés), por ejemplo, de acuerdo con el método de lecho de polvo o el método de tobera de polvo (también denominado en su uso general como impresión 3D). Las piezas de pared de revestimiento y los elementos puente están compuestos, por ejemplo, de acero inoxidable y/o una aleación de base níquel (p. ej., una aleación comercializada con el nombre comercial Inconel). Las juntas que resultan de la unión relacionada con la fabricación de los componentes producidos inicialmente por separado (p. ej., costuras de soldadura) se pueden evitar entre los elementos puente y las piezas de pared de revestimiento y también dentro de los elementos puente, al utilizar una tecnología de fabricación ALM. Los segmentos de revestimiento completos, donde cada uno tiene una pieza de pared de revestimiento interior y una exterior, y un gran número de elementos puente entre ambas, se pueden producir por tanto de una pieza mediante impresión 3D. Siempre que se disponga de una instalación de impresión 3D lo suficientemente grande se puede imprimir de una pieza la totalidad de la construcción de revestimiento. No obstante, también es posible ensamblar la construcción de revestimiento a partir de una pluralidad de segmentos de revestimiento impreso cada uno, de su parte, de una pieza. Cada uno de estos segmentos de revestimiento puede formar, por ejemplo, una sección cerrada similar a un anillo de la construcción de revestimiento, de modo que se

coloquen los anillos individuales uno encima de otro y se suelden entre sí o se conecten de otra manera para formar la construcción de revestimiento.

La invención se explica con más detalle a continuación con la ayuda de los dibujos anexos, utilizando el ejemplo de un motor de cohete, en los que

5 la figura 1 muestra una vista de una sección longitudinal esquemática de un motor de cohete;

la figura 2 muestra una vista de una sección longitudinal parcial de la construcción de revestimiento del motor de cohete de la figura 1, a lo largo de un plano de la sección a través del eje longitudinal de la cámara;

la figura 3 muestra una vista de una sección longitudinal parcial de la construcción de revestimiento del motor de cohete a lo largo del área de la sección A-A de la figura 1; y

10 la figura 4 muestra una vista parcial en perspectiva de una parte de la construcción de revestimiento del motor de cohete de la figura 1.

La figura 1 muestra un motor de cohete 10 que tiene una cámara de empuje 12 que comprende una cámara de combustión 14 y una tobera 16. La cámara de empuje 12 está delimitada por una construcción de revestimiento 18 que se extiende a lo largo de un eje longitudinal de la cámara A. En la construcción de revestimiento 18 se forma al menos un canal de refrigeración 20 que está en conexión fluida con una fuente 19 de un medio refrigerante. La construcción de revestimiento 18 tiene unas secciones de pared de revestimiento 21 y 23, que delimitan el canal de refrigeración 20 con respecto al eje A radialmente en el interior y en el exterior. En el ejemplo mostrado, las dos secciones de pared de revestimiento 21, 23 están formadas mediante parte de pared anulares dispuestas de manera concéntrica una dentro de otra. El canal de refrigeración 20 se extiende 360 grados alrededor del eje longitudinal de la cámara A.

Durante el funcionamiento del motor de cohete 10 el medio refrigerante se suministra desde la fuente 19, a través de un conducto de suministro 22 y un distribuidor de entrada 24, hasta el canal de refrigeración 20, en el cual este fluye en la dirección del flujo S (cf. figuras 2 a 4). La construcción de revestimiento 18 y el canal de refrigeración 20 se extienden desde un primer extremo de la cámara de empuje 12, que está opuesto a la tobera 16 y orientado hacia el distribuidor de entrada 24, hasta un segundo extremo de la cámara de empuje 12 que está opuesto al primer extremo, donde en el segundo extremo el medio refrigerante sale durante el funcionamiento del motor de cohete desde el canal de refrigeración 20 y pasa a un conducto de salida, que no tiene más importancia en la presente. En una alternativa se prevé que el distribuidor de entrada 24 se disponga en el segundo extremo, el extremo inferior en la figura 1, de la cámara de empuje 12, de modo que el medio refrigerante fluya en la dirección opuesta. Los componentes dispuestos en el canal de refrigeración 20 están orientados en este caso correspondientemente de manera opuesta. Por otra parte, se puede concebir que el canal de refrigeración, visto de manera axial, esté situado únicamente en la región de la cámara de combustión 14 o únicamente en la región de la tobera 16. En una alternativa adicional, en la que el canal de refrigeración está situado únicamente en la región de la cámara de combustión, el distribuidor de entrada 24 se dispone en la interfaz entre la cámara de combustión 14 y la tobera 16. En esta alternativa, el medio refrigerante también fluye en la dirección opuesta, es decir, desde la parte inferior hacia arriba en la representación de la figura 1, y los componentes dispuestos en el canal de refrigeración 20 están orientados de manera opuesta a como lo estaban en la alternativa mencionada anteriormente.

En el canal de refrigeración 20 se dispone una pluralidad de elementos puente que se forman como las almas puente 30, 32, 34, 36, 38, donde cada una atraviesa el canal de refrigeración 20 en la dirección radial con respecto al eje longitudinal de la cámara A (cf. figura 2). Las almas puente que tienen características correspondientes llevan los mismos símbolos de referencia en la presente. Cada una de las almas puente 30, 32, 34, 36, 38 está en contacto directo con las piezas de pared de revestimiento 21, 23 y conecta estas piezas de pared. Las dos piezas de pared de revestimiento 21, 23 y las almas puente 30, 32, 34, 36, 38 se producen de una pieza de manera continua sin juntas ("en una colada") mediante impresión. Las almas puente 30, 32, 34 y 36 se disponen en la región de la cámara de combustión 14 y el alma puente 38 se dispone en la región de ensanchamiento de la tobera 16. Si el canal de refrigeración está situado únicamente en la región de la cámara de combustión 14 en el caso de las alternativas, se omiten las almas puente 38.

Todas las almas puente 30, 32, 34, 36, 38 tienen mayor longitud que anchura cuando se observan en un área de la sección A-A orientada a lo largo de la piezas de pared de revestimiento (cf. figura 1). Por lo tanto, en la dirección longitudinal del alma estas tienen una mayor dimensión que en la dirección transversal del alma. Para dar un ejemplo numérico, las almas puente 30-38 en la dirección longitudinal del alma pueden tener como máximo 10 cm, o como máximo 8 cm, o como máximo 6 cm, o como máximo 4 cm de longitud. Por ejemplo, la dimensión de al menos un número parcial de las almas puente 30-38 en la dirección longitudinal del alma es como máximo 3 cm, o como máximo 2 cm, o como máximo 1 cm. En la dirección transversal del alma, las almas puente 30-38 tienen, por ejemplo, como máximo 3 cm, o como máximo 2 cm, o como máximo 1 cm de grosor. Por ejemplo, al menos un número parcial de las almas puente 30-38 tienen un grosor en la dirección transversal del alma entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 5 mm. La proporción de la longitud en la dirección longitudinal del alma

con respecto al grosor en la dirección transversal del alma es, al menos en un número parcial de las almas puente 30-38, por ejemplo, no menor de 1.5:1, o no menor de 2:1, o no menor de 3:1, o no menor de 4:1. Los datos numéricos anteriores no solo se aplican, sino también en particular, a motores con un diámetro de la cámara de combustión de como máximo aproximadamente 1 m.

5 Tal como se muestra a modo de ejemplo en la sección longitudinal axial parcial de la figura 2, las almas puente 30-38 son más cortas en la dirección longitudinal del alma en sus lados radialmente exteriores, con respecto al eje longitudinal de la cámara A, que bordean la pieza de pared de revestimiento 21, que en sus lados radialmente interiores que bordean la pieza de pared de revestimiento 23. A este respecto, la longitud de un elemento puente o alma puente en este contexto hace referencia a su máxima extensión en su dirección longitudinal del alma. Las
10 almas puentes 30-38 tienen, cuando se observan en la sección longitudinal axial a través del eje longitudinal de la cámara A, una sección transversal con forma de trapecio, donde los lados paralelos del trapecio se extienden a lo largo del área de la sección entre las piezas de pared de revestimiento 21, 23 y las almas puente 30-38, y correspondiendo la altura del trapecio a la distancia entre las piezas de pared de revestimiento 21, 23. En la presente, con forma de trapecio significa con una forma como un trapecio verdadero que tienen dos lados/bordes
15 esencialmente paralelos y dos esencialmente no paralelos (véase la figura 2).

Los bordes de las almas puente 30-38 dispuestos, cuando se observan en la sección longitudinal axial, aguas arriba con respecto a la dirección del flujo S, se extienden de manera perpendicular a las superficies de las piezas de pared de revestimiento 21, 23 que bordean el canal de refrigeración 20. Cuando se observan en la misma sección, los bordes de las almas puente 30-38 dispuestas aguas abajo con respecto a la dirección del flujo S se intersecan
20 con las superficies de las piezas de pared de revestimiento 21, 23 que bordean el canal de refrigeración 20, formando un ángulo α que es como máximo de 30 grados. En alternativas, el ángulo es como máximo de 25 grados, o como máximo de 20 grados. Por otra parte, se puede concebir que el ángulo sea mayor de 30 grados, por ejemplo, que sea de hasta 35 grados. Como alternativa, los bordes de las almas puente 30-38 dispuestos, cuando se observan en la sección longitudinal axial, aguas abajo con respecto a la dirección del flujo S, se extienden
25 de manera perpendicular a las superficies de las piezas de pared de revestimiento 21, 23 que bordean el canal de refrigeración 20. También se puede concebir que los bordes de las almas puente 30-38 dispuestos aguas arriba con respecto a la dirección del flujo S, cuando se observan en la misma sección longitudinal axial, se intersequen con las superficies de las piezas de pared de revestimiento 21, 23, que bordean el canal de refrigeración 20, formando un ángulo que es como máximo de 30 grados.

30 Cada una de las almas puente 30, 32, 34, 36, 38 tiene en el área de la sección A-A un perfil con forma de gota con un primer extremo curvado de manera suave y un segundo extremo que está curvado de manera más abrupta que el primer extremo. Las almas puente 30, 32, 34, 36 están orientadas de tal manera que sus primeros extremos apuntan aguas arriba y sus segundos extremos apuntan aguas abajo, y alrededor de las cuales fluye el medio refrigerante en todas sus partes superficiales que no están en contacto con las piezas de pared de revestimiento 21,
35 23. Tanto en la dirección circunferencial de la cámara de empuje 12 como en la dirección longitudinal paralela al eje longitudinal de la cámara A, cada una de las almas puente se dispone separada de las demás almas puente, de modo que no haya contacto entre las almas puente 30, 32, 34, 36, 38 (véanse las figuras 3 y 4). Además, las almas puente 30, 32, 34, 36 y 38 se disponen separadas del distribuidor de entrada 24.

Las figuras 2 y 3 muestran, a modo de ejemplo, que las almas puente 34 son mayores, en particular más largas y anchas, que las almas puente 32 y más pequeñas, en particular más cortas y estrechas, que las almas puente 30. En consecuencia, se dispone un número menor de almas puente 30, una al lado de otra, en la dirección circunferencial en una región particular/a una altura particular a lo largo del eje A, que de almas puente 32. Como resultado, por ejemplo, en la región de las almas puente 30 se logra una velocidad del flujo menor que en la región de las almas puente 32. Por tanto, en la región de las almas puente 32 puede pasar una mayor cantidad de calor al medio refrigerante que en la región de las almas puente 30. Esto se aplica de manera análoga a las almas puente 34
40 y 32.

Aunque las almas puente 30 y 32, en el área de la sección orientadas a lo largo de las piezas de pared de revestimiento 21, 23, están alineadas paralelas entre sí de tal manera que sus direcciones longitudinales del alma (en la figura 3 desde la parte superior hacia la parte inferior) se extienden paralelas entre sí y están orientadas
50 paralelas al eje longitudinal de la cámara, las almas puente 34, aunque están alineadas paralelas entre sí, sin embargo están orientadas de manera oblicua con respecto a las almas puente 30 y 32 y de manera oblicua con respecto al eje longitudinal de la cámara. Por lo tanto, en la vista de la figura 3, la dirección longitudinal del alma de cada una de las almas puente 34 se interseca con la dirección longitudinal del alma de las almas puente 30, 32. Como resultado, el flujo se puede desviar de manera eficaz en la dirección circunferencial.

55 Las almas puente 36 y 38 se forman de la misma manera que las almas puente 30, aunque de manera opcional pueden tener las características de las almas puente 32 o 34. Además, en un motor de cohete alternativo, se puede disponer cualquier número deseado de almas puente adicionales entre las almas puente 30, 32, 34, 36 y/o 38, que tengan las características de las almas puente 30, 32, 34, 36 o 38.

5 En un motor de cohete alternativo adicional (no se muestra en las figuras), el hueco entre las piezas de pared de revestimiento 21, 23 está dividido mediante paredes divisorias, que se extienden radialmente y longitudinalmente con relación al eje longitudinal de la cámara A, en una pluralidad de canales de refrigeración, por ejemplo, en tres, cuatro o cinco canales de refrigeración. En esta alternativa, cada uno de los canales de refrigeración tiene la misma anchura angular, es decir, la anchura en la dirección circunferencial con respecto al eje A.

10 En general, el motor de cohete descrito en la presente se distingue por una refrigeración más eficiente de la cámara de empuje. Debido a la configuración descrita, el flujo del medio refrigerante se puede fijar de manera local y global con precisión y, por tanto, se mejora la transmisión de calor del gas residual. En particular, por medio del moldeo, la disposición y el número de los elementos/almas puente sobre la circunferencia y la longitud del canal de refrigeración, así como también por medio de la distancia relativa entre las piezas de pared de revestimiento, se puede controlar el flujo del medio refrigerante de acuerdo con los deseos del diseñador. Esto permite controlar la transferencia de calor. Si el motor de cohete se fabrica de manera aditiva, es decir, por medio de impresión 3D, este se distingue adicionalmente por una producción simple y rentable.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un motor de cohete (10) que tiene una cámara de empuje (12) delimitada por una construcción de revestimiento (18) con un eje longitudinal de la cámara (A), donde la construcción de revestimiento (18) incluye al menos un canal de refrigeración (20) adaptado de modo que esté conectado de manera fluida con una fuente (19) de un medio refrigerante,
- 10 donde el canal de refrigeración (20) está atravesado por una pluralidad de elementos puente (30, 32, 34, 36, 38) alrededor de los cuales fluye el medio refrigerante y que se extienden únicamente sobre una parte, en particular una parte pequeña, de la longitud del canal de refrigeración (20) medida a lo largo del eje longitudinal de la cámara (A), y que conecta dos piezas de pared de revestimiento (21, 23), que delimitan el canal de refrigeración (20) en el interior y en el exterior de la construcción de revestimiento (18), la una a la otra,
- 15 donde las dos piezas de pared de revestimiento (21, 23) se forman con partes anulares de pared dispuestas de manera concéntrica una dentro de otra y separadas entre sí mediante un espacio anular radial,
- 20 donde al menos un número parcial de los elementos puente (30, 32, 34, 36, 38) se implementan como almas puente que son más largas que anchas cuando se observan en un área de la sección orientada a lo largo de las piezas de pared de revestimiento (21, 23),
- 25 caracterizado por que
- 30 al menos un número parcial de las almas puente, cuando se observa en el área de la sección, está orientado con su dirección longitudinal del alma paralela al eje longitudinal de la cámara (A), y
- 35 por que al menos un número parcial de las almas puente, cuando se observan en el área de la sección, están orientadas con su dirección longitudinal del alma formando un ángulo agudo oblicuo con respecto al eje longitudinal de la cámara (A).
- 40 2. El motor de cohete (10) de acuerdo con la reivindicación 1, donde al menos un número parcial de los elementos puente (30, 32, 34, 36, 38) se disponen con un desfase angular mutuo, haciendo referencia a una dirección circunferencial de la cámara de empuje (12), en el canal de refrigeración (20).
- 45 3. El motor de cohete (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde al menos un número parcial de los elementos puente (30, 32, 34, 36, 38) se disponen con un desfase longitudinal mutuo, haciendo referencia al eje longitudinal de la cámara (A), en el canal de refrigeración (20).
- 50 4. El motor de cohete (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, donde cada elemento puente (30, 32, 34, 36, 38) tiene, en la dirección del flujo (S) del medio refrigerante en el canal de refrigeración (20), una extensión que no es más de un 20%, o no más de un 15%, o no más de un 10%, o no más de un 5%, o no más de un 3%, o no más de un 1% de la longitud del canal de refrigeración medida en la dirección del flujo (S).
- 55 5. El motor de cohete (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, donde el canal de refrigeración (20) tiene en la dirección circunferencial anular una anchura angular de al menos 30 grados, o al menos 60 grados, o al menos 72 grados, o al menos 90 grados, o al menos 120 grados, o al menos 150 grados, o al menos 180 grados.
- 60 6. El motor de cohete (10) de acuerdo con la reivindicación 5, donde el canal de refrigeración (20) se extiende sobre la totalidad de la circunferencia anular.
- 65 7. El motor de cohete (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, donde al menos un número parcial de los elementos puente tienen una forma diferente y/o un tamaño diferente o todos los elementos puente tienen la misma forma y el mismo tamaño.
- 70 8. El motor de cohete (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, donde al menos un número parcial de las almas puente, cuando se observan en el área de la sección, tienen una forma del alma rectilínea o una forma del alma curva o doblada.
- 75 9. El motor de cohete de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, donde los bordes de las almas puente dispuestos aguas arriba o aguas abajo con relación a la dirección del flujo, cuando se observan en la sección longitudinal axial a través del eje longitudinal de la cámara, se extienden de manera perpendicular a las superficies de las piezas de pared de revestimiento que delimitan el canal de refrigeración.
- 80 10. El motor de cohete de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, donde las almas puente tienen una sección transversal con forma de trapecio en la sección longitudinal axial a través del eje longitudinal de la cámara.

11. El motor de cohete de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, donde, cuando se observa en el área de la sección, la longitud de las almas puente se mide en paralelo al eje longitudinal de la cámara y la anchura de las almas puente se mide de manera perpendicular al eje longitudinal de la cámara.
- 5 12. El motor de cohete (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, donde al menos un número parcial de los elementos puente se producen de una pieza de manera continua sin juntas con las dos piezas de pared de revestimiento.

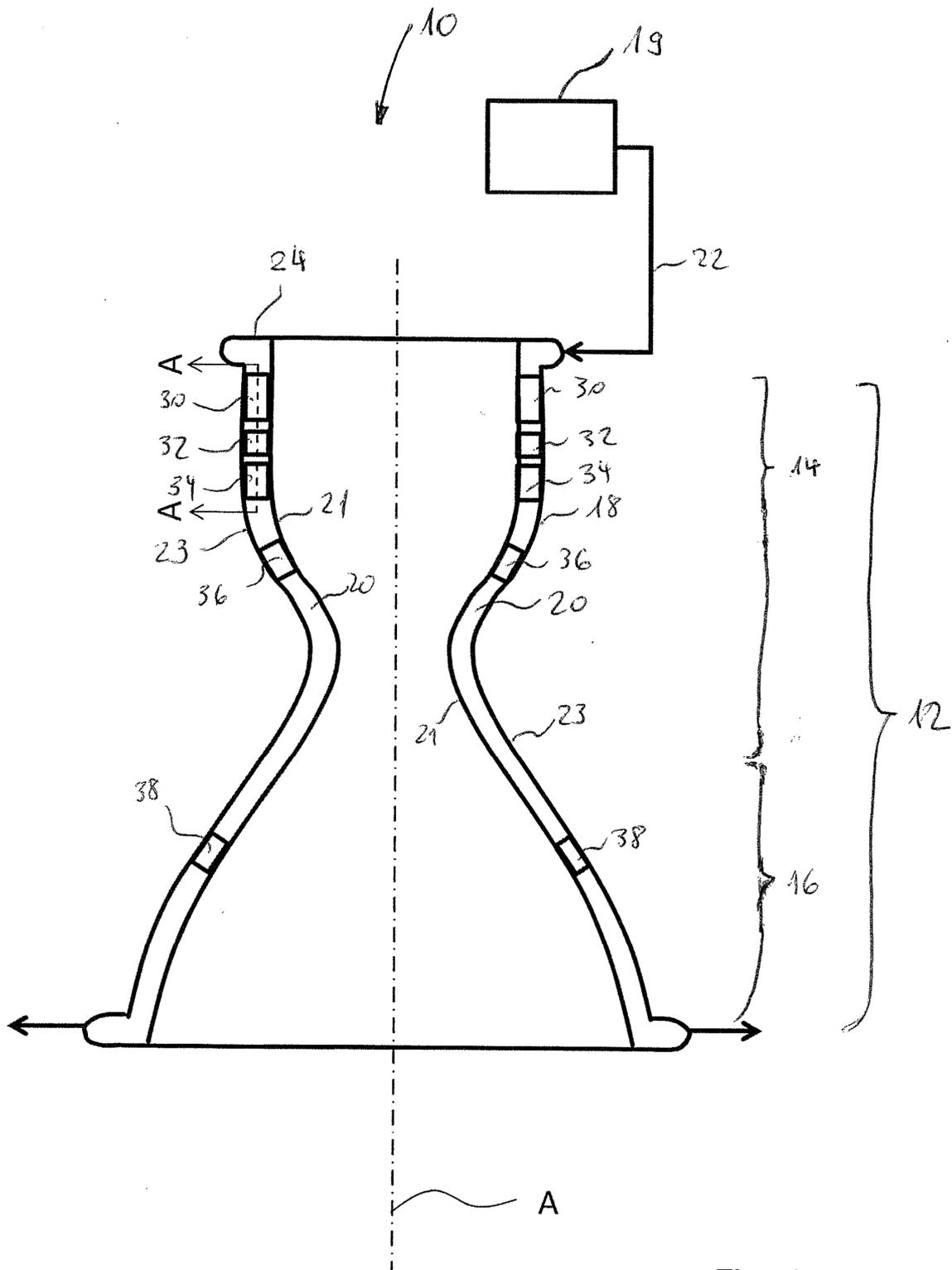


Fig. 1

