

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 018 895**

51 Int. Cl.:

F02K 9/66

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2021** **E 21191894 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2025** **EP 3971407**

54 Título: **Cámara de combustión con forma de pared interior amortiguadora de vibraciones y procedimiento para producir una sección de cámara de combustión**

30 Prioridad:

21.09.2020 DE 102020124542

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

19.05.2025

73 Titular/es:

**ARIANEGROUP GMBH (100.00%)
Robert-Koch-Straße 1
82024 Taufkirchen, DE**

72 Inventor/es:

MAEDING, CHRIS UDO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 018 895 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

Cámara de combustión con forma de pared interior amortiguadora de vibraciones y procedimiento para producir una sección de cámara de combustión

5 La invención se refiere a una cámara de combustión con una forma de pared interior que amortigua las vibraciones y a un propulsor de cohete con tal cámara de combustión, y a un procedimiento para producir tal cámara de combustión, así como a un soporte de datos legible por ordenador con instrucciones para llevar a cabo el procedimiento de producción. En particular, la invención se refiere a una cámara de combustión, con un cuerpo de cámara de combustión que presenta al menos una sección cuyo lado interior está más cerca de un centro de sección transversal del cuerpo de cámara de combustión que otra sección del cuerpo de cámara de combustión. Además, se describen un propulsor de cohete con tal sección de cámara de combustión y un procedimiento de construcción por capas para producir tal cámara de combustión, así como un soporte de datos legible por ordenador con instrucciones para llevar a cabo el procedimiento de construcción por capas.

15 Las cámaras de combustión de los propulsores de cohetes líquidos sirven para quemar de manera eficaz la pareja propulsante respectiva que consiste en oxidante y combustible. Para ello, los componentes del propulsante se alimentan a la cámara a través de un sistema de inyección especial. En la cámara, dependiendo de los estados de funcionamiento respectivos, se producen entonces la evaporación, la mezcla y la transformación química y el inicio de la conversión en energía cinética, cuyo aumento principal se encuentra en la zona de una tobera subsónica y supersónica. El flujo en la zona de la cámara de combustión se caracteriza por una mezcla turbulenta. Es deseable una alta estabilidad de combustión para un funcionamiento fiable del propulsor de cohete.

20 Además es necesaria una refrigeración, especialmente en la zona de las paredes de gas caliente (paredes interiores de la cámara de combustión y tobera de empuje). En el caso de una refrigeración regenerativa, por ejemplo, el alto nivel de generación de calor se puede amortiguar mediante canales de refrigerante en las paredes de gas caliente a través de los cuales fluye al menos un componente de propulsante. Tales canales de refrigerante se muestran, por ejemplo, en los documentos JP 2005-226586, US 2,476,185 y DE 570 511, estando, en el documento US 2,476,185, dispuestos en espiral interiormente en el espacio de la cámara de combustión.

25 Entre las distintas formas de cámaras de combustión, como, por ejemplo, esféricas, en forma de pera, cónicas, cilíndricas o incluso en forma de cámara de combustión anular, ha prevalecido la configuración de cámara de combustión cilíndrica. Una cámara de combustión cilíndrica presenta ventajas particularmente en la fabricación. Sin embargo, las cámaras de combustión con una sección transversal redonda son más propensas a las vibraciones de alta frecuencia, en particular a los modos de vibración transversal, que corresponden a las frecuencias naturales de estos diseños. Estas vibraciones transversales, es decir, la propagación de vibraciones en la dirección radial de la cámara de combustión redonda, dan como resultado una liberación adicional de energía en la cámara de combustión con el sobrecalentamiento concomitante. Además hay una fuerte fluctuación en la presión.

35 Para contrarrestar o evitar estas vibraciones, se dispusieron deflectores (también conocidos como «baffle» en la terminología técnica inglesa) en la placa de cabeza (o placa de inyección) de la cámara de combustión, como los presentados, por ejemplo, en el documento JP 2005-226586. En el documento DE 10 2016 209 650 A1 se propone prever, en lugar de deflectores, un número determinado de elementos de inyección coaxiales en la placa de cabeza con un cuerpo de manguito central que sobresalga más lejos de la placa de cabeza al interior de la cámara de combustión que los demás elementos de inyección. El escalonamiento axial así logrado del frente de llamas en la cámara de combustión reduce o evita la formación y/o propagación de vibraciones de una manera similar a la de los deflectores.

En este contexto, el objetivo de la presente invención es crear una cámara de combustión con una estabilidad de combustión mejorada.

45 Este objetivo se logra mediante una cámara de combustión con las características de la reivindicación 1, un propulsor de cohete con las características de la reivindicación 10 y un procedimiento con las características de la reivindicación 11 y un soporte de datos correspondiente con instrucciones según la reivindicación 13.

50 Según un primer aspecto para una mejor comprensión de la presente divulgación, una cámara de combustión para un propulsor de cohete comprende un cuerpo de cámara de combustión, que encierra un volumen de cámara de combustión, y una parte de tobera, que se estrecha en la dirección longitudinal de la cámara de combustión y está conectada al cuerpo de cámara de combustión. Por ejemplo, el cuerpo de cámara de combustión está conectado a una cabeza de inyección en un lado opuesto a la parte de tobera. Por lo tanto, el volumen de cámara de combustión sirve principalmente para mezclar y quemar los componentes del propulsante.

55 El cuerpo de cámara de combustión presenta al menos una primera sección y además una segunda sección, en donde un lado interior de la al menos una primera sección orientado hacia el volumen de cámara de combustión está más cerca de un centro de sección transversal del cuerpo de cámara de combustión que un lado interior de la segunda sección del cuerpo de cámara de combustión. En otras palabras, el lado interior de la al menos una primera sección se encuentra más al interior del volumen de cámara de combustión que el lado interior de la segunda sección y, por lo tanto, reduce el volumen de cámara de combustión en esta zona del cuerpo de cámara de combustión. La al menos

una primera sección puede ser cualquier número de secciones o zonas del cuerpo de cámara de combustión que delimiten localmente un volumen de cámara de combustión más pequeño que en la zona de la segunda sección. La segunda sección comprende todas las secciones o zonas restantes del cuerpo de cámara de combustión que no pertenecen a la al menos una primera sección. La segunda sección también es un cuerpo con una conformación uniforme que presenta una convexidad (que se extiende al interior del volumen de cámara de combustión) en el lado interior orientado hacia el volumen de cámara de combustión en cada una de las zonas de la al menos una primera sección.

Como resultado de esta forma especial del lado interior del cuerpo de cámara de combustión, el volumen de cámara de combustión se subdivide en diferentes zonas. Esta subdivisión contrarresta la formación y/o propagación de vibraciones, en particular vibraciones transversales. De manera similar a los deflectores dispuestos en la cabeza de inyección, el volumen de cámara de combustión se subdivide, en particular cuando se observa una sección transversal del cuerpo de cámara de combustión, de modo que se amortigua o evita la propagación de vibraciones. Esto aumenta la estabilidad de combustión del propulsor de cohete.

Por ejemplo, pueden estar previstas varias primeras secciones del cuerpo de cámara de combustión y cada una se puede disponer donde normalmente se encontraría un deflector. Debido a la forma especial del cuerpo de cámara de combustión, la cámara de combustión no presenta frecuencias naturales preferidas, por lo que la problemática de las vibraciones no aparece o al menos se reduce significativamente.

En una variante de diseño, la distancia del lado interior de la al menos una primera sección al centro de sección transversal del cuerpo de cámara de combustión en la dirección longitudinal y/o en la dirección circunferencial del cuerpo de cámara de combustión puede aumentar de forma continua desde un mínimo hasta una distancia entre el lado interior de la segunda sección del cuerpo de cámara de combustión y el centro de sección transversal del cuerpo de cámara de combustión. Por ejemplo, el lado interior de la al menos una primera sección puede adoptar una forma tridimensional redonda. Al evitar los bordes afilados, que a veces se presentan en los deflectores, se pueden evitar gradientes de temperatura y/o vórtices intensos en el flujo y, por lo tanto, se pueden evitar zonas con picos de temperatura en el cuerpo de cámara de combustión.

Como resultado de la extensión continua de la superficie del lado interior de la al menos una primera sección, también se puede proporcionar un volumen de cámara de combustión optimizado para el flujo de los gases de combustión. De este modo se pueden lograr las ventajas de los deflectores directamente en el cuerpo de cámara de combustión, al tiempo que se mejora además el flujo en la dirección longitudinal del cuerpo de cámara de combustión (en la dirección del flujo de los gases de combustión). Por ejemplo, en las zonas de los bordes de los deflectores pueden producirse turbulencias que no se producen o se producen sólo muy ligeramente en el cuerpo de cámara de combustión aquí divulgado.

El centro de sección transversal del cuerpo de cámara de combustión puede corresponder a un centro de gravedad de la sección transversal del cuerpo de cámara de combustión. La sección transversal se halla en un plano (de sección transversal) esencialmente perpendicular a una dirección longitudinal de la cámara de combustión que corresponde a la dirección del flujo de los gases de combustión. La distancia del lado interior de la al menos una primera sección o de la segunda sección al centro de sección transversal se mide en el plano de la sección transversal. Por lo tanto, el mínimo es la distancia más corta entre el centro de sección transversal y cualquier punto de la línea de intersección del lado interior de la primera sección con el plano.

En una variante de diseño adicional, el mínimo de la distancia entre el lado interior de la al menos una primera sección y el centro de sección transversal del cuerpo de cámara de combustión puede estar dispuesto a lo largo de una línea que se extienda en la dirección longitudinal y/o en la dirección circunferencial del cuerpo de cámara de combustión. Cuando se ve en la dirección circunferencial, que se halla preferiblemente en el plano de la sección transversal, el mínimo no está limitado, por lo tanto, a un solo punto, sino que también puede representar una línea de arco de círculo con distancias iguales al centro de sección transversal. Vista en la dirección longitudinal del cuerpo de cámara de combustión, la primera sección puede presentar, en varios planos de sección transversal adyacentes, en cada caso un punto o una línea que estén a una distancia mínima del centro de sección transversal. Por lo tanto, el mínimo puede ser un solo punto, una línea, pero también una superficie donde la pared interior/el lado interior de la primera sección esté más cerca del centro de sección transversal, es decir, reduzca al máximo el volumen de cámara de combustión. No es necesario que esta línea o superficie se extienda en línea recta, sino que puede extenderse en la dirección longitudinal y/o en la dirección circunferencial del cuerpo de cámara de combustión.

Como resultado de esta forma especial de la primera sección del cuerpo de cámara de combustión, el volumen de cámara de combustión puede optimizarse para el flujo de los gases de combustión. En particular, el tamaño de la primera sección en la dirección longitudinal y/o en la dirección circunferencial del cuerpo de cámara de combustión puede adaptarse a los gases de combustión utilizados y, por lo tanto, a la reacción química, así como a la mezcla óptima. En este contexto, el número de Mach local promedio en la zona respectiva del volumen de cámara de combustión también se puede tener en cuenta al elegir el tamaño de la primera sección y/o al elegir el tamaño del mínimo. También se pueden amortiguar o evitar las vibraciones en la dirección longitudinal del cuerpo de cámara de combustión (vibraciones longitudinales).

5 En otra variante de diseño más, al menos una sección transversal del cuerpo de cámara de combustión puede ser rotacionalmente simétrica y el centro de sección transversal del cuerpo de cámara de combustión puede ser el centro de rotación de la simetría rotacional. La simetría rotacional aquí no significa el caso específico de un círculo, sino (visto en la dirección circunferencial) la disposición de varias primeras secciones y la segunda sección que se encuentra entre éstas, repitiéndose cada primera sección en la sección transversal en un ángulo fijo alrededor del centro de rotación de la simetría rotacional. Por lo tanto, existe una simetría rotacional de N veces, donde N es el número de primeras secciones en la sección transversal.

10 En otra variante de diseño, la al menos una primera sección del cuerpo de cámara de combustión puede hallarse, en la dirección longitudinal del cuerpo de cámara de combustión, en una zona del cuerpo de cámara de combustión que forma un extremo del lado de la cabeza del cuerpo de cámara de combustión. El extremo del lado de la cabeza del cuerpo de cámara de combustión es el extremo en el que la cabeza de inyección se conecta a la cámara de combustión. Por lo tanto, la disposición de la al menos una primera sección corresponde aproximadamente a la posición de los deflectores en las cámaras de combustión convencionales.

15 Como alternativa o adicionalmente, la al menos una primera sección del cuerpo de cámara de combustión puede hallarse, en la dirección longitudinal del cuerpo de cámara de combustión, en una zona del cuerpo de cámara de combustión que forma un extremo del lado de la tobera del cuerpo de cámara de combustión adyacente a la parte de la tobera. El extremo del lado de la tobera del cuerpo de cámara de combustión está situado enfrente del extremo del lado de la cabeza (visto en la dirección longitudinal del cuerpo de cámara de combustión).

20 Como alternativa o adicionalmente, la al menos una primera sección del cuerpo de cámara de combustión puede hallarse, en la dirección longitudinal del cuerpo de cámara de combustión, en una zona del cuerpo de cámara de combustión que forma una zona central entre el extremo del lado de la cabeza y el extremo del lado de la tobera del cuerpo de cámara de combustión. Por lo tanto, el extremo del lado de la cabeza y el extremo del lado de la tobera del cuerpo de cámara de combustión pueden adoptar la forma habitual (en particular, una sección transversal habitual) de una cámara de combustión, mientras que, visto en la dirección longitudinal del cuerpo de cámara de combustión, en la zona central están dispuestos unos estrechamientos del volumen de cámara de combustión debidos a la al menos una primera sección.

También como alternativa, la al menos una primera sección del cuerpo de cámara de combustión puede extenderse por todo el cuerpo de cámara de combustión en la dirección longitudinal del cuerpo de cámara de combustión.

30 En una variante de diseño adicional, el cuerpo de cámara de combustión puede comprender un número par de primeras secciones. Esto da como resultado un cuerpo de cámara de combustión particularmente simétrico y, por lo tanto, estable.

35 Como alternativa o adicionalmente, pueden estar dispuestas al menos dos primeras secciones en el cuerpo de cámara de combustión en la dirección longitudinal del cuerpo de cámara de combustión. Las dos primeras secciones o las varias primeras secciones pueden estar dispuestas a lo largo de una línea recta que se extienda paralelamente a la dirección longitudinal del cuerpo de cámara de combustión. Como alternativa, las varias primeras secciones también pueden estar dispuestas a lo largo de un trayecto curvo, extendiéndose el trayecto curvo en un lado interior virtual de un cuerpo base del cuerpo de cámara de combustión, que está definido por la segunda sección.

40 En otra variante de diseño más, la cámara de combustión puede comprender además una sección cilíndrica que se extienda en la dirección longitudinal de la cámara de combustión. En particular, el lado interior de la cámara de combustión presenta una forma cilíndrica en la sección cilíndrica. En otras palabras, una parte de la cámara de combustión puede estar producida con la forma constructiva habitual (cilíndrica), mientras que, visto en la dirección longitudinal de la cámara de combustión, sólo una determinada parte se produce mediante el cuerpo de cámara de combustión con la forma especial definida por la al menos una primera sección y la segunda sección. Por ejemplo, la sección cilíndrica puede ser contigua a la parte de tobera, como resultado de lo cual se logra un flujo eficaz a través de la cámara de combustión.

45 Como alternativa o adicionalmente, la cámara de combustión también puede comprender un segmento supersónico de tobera situado a continuación de la parte de tobera en la dirección longitudinal de la cámara de combustión. Un segmento supersónico de tobera de este tipo también se encuentra en cámaras de combustión o cámaras de empuje convencionales.

50 Además, según la presente invención, en la al menos una primera sección y la segunda sección del cuerpo de cámara de combustión están dispuestos una pluralidad de canales de refrigerante, que se extienden en la dirección longitudinal del cuerpo de cámara de combustión. En este contexto, los canales de refrigerante están dispuestos lo más cerca posible del lado interior del cuerpo de cámara de combustión para enfriar suficientemente el lado interior del cuerpo de cámara de combustión calentado por los gases de combustión. A través de los canales de refrigerante puede conducirse uno de los componentes del propulsante, que en este proceso se calienta ventajosamente para la posterior combustión.

En una variante de diseño adicional, cada uno de los canales de refrigerante del cuerpo de cámara de combustión puede presentar una salida de refrigerante. En este contexto, en la dirección circunferencial a lo largo de una sección transversal del cuerpo de cámara de combustión, junto a una de las salidas de refrigerante, puede estar dispuesta en el cuerpo de cámara de combustión una salida de refrigerante adicional de un canal de refrigerante adyacente. En otras palabras, las salidas de refrigerante (las salidas de los canales de refrigerante) forman una cadena a lo largo de la circunferencia de la sección transversal del cuerpo de cámara de combustión. Estas pueden desembocar en un espacio colector (*manifold*) circunferencial.

Además, el cuerpo de cámara de combustión según la presente invención presenta esencialmente el mismo grosor de pared en todas partes. En otras palabras, el lado exterior o la pared exterior del cuerpo de cámara de combustión forman una cavidad o entrante en la zona de la al menos una primera sección.

En otra variante de diseño, el cuerpo de cámara de combustión puede estar formado en una sola pieza. Formado en una sola pieza significa aquí que al menos la mayoría de las partes del cuerpo de cámara de combustión, como, por ejemplo, la pared interior, la pared exterior y los nervios que separan los canales de refrigerante entre la pared interior y la pared exterior, se componen de un material coherente. Por ejemplo, el cuerpo de cámara de combustión o toda la cámara de combustión se pueden producir mediante un procedimiento de construcción por capas (también conocido como impresión 3D o ALM (*additive layer manufacturing*)). Además, es posible producir mediante un procedimiento de construcción por capas sólo algunas partes del cuerpo de cámara de combustión y montar éstas sobre una sección del cuerpo de cámara de combustión producida de otro modo. También se pueden usar diferentes materiales en el procedimiento de construcción por capas. Por ejemplo, se puede usar en el lado interior del cuerpo de cámara de combustión un material más resistente al calor que el usado en el lado exterior del cuerpo de cámara de combustión.

Según un segundo aspecto para una mejor comprensión de la presente divulgación, un propulsor de cohete comprende una cámara de combustión según el primer aspecto o una de las variantes de diseño descritas con respecto al mismo.

Según un tercer aspecto para una mejor comprensión de la presente divulgación, un procedimiento para producir una cámara de combustión según el primer aspecto o una de sus variantes de diseño comprende un procedimiento de construcción por capas. Si hay canales de refrigerante en el cuerpo de cámara de combustión, en el procedimiento de construcción por capas no se puede unir mediante éste ningún material en las posiciones en las que se encuentran los canales de refrigerante del cuerpo de cámara de combustión.

Según un cuarto aspecto para una mejor comprensión de la presente divulgación, un soporte de datos legible por ordenador comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en un procesador, hacen que una máquina lleve a cabo el procedimiento de construcción por capas según el tercer aspecto. Estas instrucciones pueden ser datos CAD o datos similares que describan o definan la forma de la cámara de combustión o del cuerpo de cámara de combustión según el primer aspecto, en particular de manera que una máquina pueda dar forma a la sección de cámara de combustión y/o a la cámara de combustión capa por capa.

Por lo tanto, la presente divulgación no está limitada a los diseños y variantes individuales en el orden descrito ni a una combinación determinada de los aspectos y las variantes de diseño. 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 perspectiva de una cámara de combustión;
- la Figura 2 muestra esquemáticamente un detalle de un cuerpo de cámara de combustión;
- la Figura 3 muestra esquemáticamente otro detalle de un cuerpo de cámara de combustión;
- la Figura 4 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva y una vista en planta de una cámara de combustión; y
- la Figura 5 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva y una vista en planta de una cámara de combustión diseñada de manera diferente.

La Figura 1 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva de una cámara 100 de combustión, que puede usarse, por ejemplo, en un propulsor 10 de cohete. La tobera del propulsor 10 de cohete sólo se indica mediante líneas discontinuas a la derecha en la Figura 1. La cámara 100 de combustión, como está representada de forma simplificada en la Figura 1, comprende un cuerpo 120 de cámara de combustión, que encierra un volumen de cámara de combustión en el que tiene lugar una gran parte de la mezcla y la combustión de los componentes del propulsante. Aguas abajo (en la dirección del flujo de los gases de combustión), al cuerpo 120 de cámara de combustión le siguen una sección opcional 110 de cámara de combustión y una sección subsónica 112 de tobera, en la que los gases de combustión se aceleran, seguida de un segmento supersónico 114 de tobera.

En la zona del segmento supersónico 114 de tobera, hay una conexión 131 para el refrigerante, que desemboca en un anillo distribuidor 132 (también conocido como colector distribuidor). El anillo distribuidor 132 se extiende en la dirección circunferencial y forma un volumen anular continuo. En este volumen desembocan unos canales 130 de

refrigerante o, visto en la dirección del flujo del refrigerante (representada mediante una flecha discontinua en la Figura 1), en el anillo distribuidor 132 comienzan una pluralidad de canales 130 de refrigerante.

Los canales 130 de refrigerante también están dispuestos en la sección 110 de cámara de combustión y en el cuerpo 120 de cámara de combustión, de modo que los canales 130 de refrigerante del segmento supersónico 114 de tobera continúan hasta el extremo del lado de cabeza de la cámara 100 de combustión (extremo izquierdo de la cámara 100 de combustión en la Figura 1). Para una representación más clara, sólo algunos de los canales 130 de refrigerante están representados expuestos en la Figura 1 y también sólo en una zona que está separada del anillo distribuidor 132. Por supuesto, los canales 130 de refrigerante se extienden en la zona del segmento supersónico 114 de tobera hasta el anillo distribuidor 132.

En el extremo de la cámara 100 de combustión situado aguas arriba en la dirección visual de la dirección de flujo de los gases de combustión está prevista una brida 125. Esta brida 125 sirve para conectar la cabeza de la cámara de combustión (no representada). Como se muestra en la vista detallada de las Figuras 2 y 3, hay una pluralidad de salidas 138 de refrigerante en la zona de la brida 125, presentando cada canal 130 de refrigerante en el cuerpo 120 de cámara de combustión una salida 138 de refrigerante de este tipo. Las salidas 138 de refrigerante están dispuestas una al lado de otra en una dirección circunferencial a lo largo de una sección transversal del cuerpo 120 de cámara de combustión. Las salidas 138 de refrigerante pueden desembocar en un anillo distribuidor o anillo colector, no representado, que, de acuerdo con el anillo distribuidor 132, esté previsto en el otro extremo de la cámara 100 de combustión.

La sección 110 de cámara de combustión representada con forma cilíndrica en la Figura 1 puede adoptar cualquier forma de sección transversal deseada que sirva para una combustión eficaz de los componentes del propulsante. La sección 110 de cámara de combustión está representada en la Figura 1 en particular para ilustrar un posible cuerpo base de la cámara 100 de combustión. Este posible cuerpo base (virtual) de la cámara 100 de combustión también se encuentra en el cuerpo 120 de cámara de combustión, al menos en algunas zonas.

A diferencia de este cuerpo base, el cuerpo 120 de cámara de combustión presenta al menos una primera sección 121 y una segunda sección 122. Estas dos secciones 121, 122 son claramente visibles en las vistas detalladas de las Figuras 2 y 3. Un lado interior de la al menos una primera sección 121 orientado hacia el volumen de cámara de combustión está más cerca de un centro de sección transversal del cuerpo 120 de cámara de combustión que un lado interior de la segunda sección 122 del cuerpo 120 de cámara de combustión. En la Figura 1 se muestra un cuerpo 120 de cámara de combustión con un total de seis primeras secciones 121. Sin embargo, el número de primeras secciones 121 se puede elegir según se desee y puede ser tanto un número par como un número impar.

Las primeras secciones 121 representadas en la Figura 1 presentan una distancia mínima M (mínimo) a un centro de sección transversal del cuerpo 120 de cámara de combustión. A partir de este mínimo M, la distancia del lado interior de la al menos una primera sección 121 al centro de sección transversal del cuerpo 120 de cámara de combustión cambia de forma continua en la dirección longitudinal y en la dirección circunferencial hasta una distancia del lado interior de la segunda sección 122 del cuerpo 120 de cámara de combustión al centro de sección transversal. Por lo tanto, esta distancia entre el lado interior y el centro de sección transversal aumenta de forma continua. Como resultado, el volumen de cámara de combustión se subdivide en determinadas zonas, representando las primeras secciones 121 un estrechamiento. Estas zonas estrechadas cumplen una función similar a la de unos deflectores que estén dispuestos en una cabeza de inyección (no representada). Sin embargo, mediante la extensión continua del lado interior del cuerpo 120 de cámara de combustión se crea una superficie optimizada en cuando al flujo.

Dependiendo del tipo de propulsante, pueden producirse vibraciones en el volumen de cámara de combustión que presentan diferentes parámetros. Para contrarrestar las vibraciones, la al menos una primera zona 121 y la segunda zona 122 están dimensionadas en la dirección longitudinal y/o en la dirección circunferencial del cuerpo 120 de cámara de combustión de tal manera que las vibraciones que se producirían de otro modo se amortiguan o suprimen.

Vistos en la dirección longitudinal del cuerpo 120 de cámara de combustión, los canales 130 de refrigerante están conducidos a través tanto de las primeras secciones 121 como de la segunda sección 122. En virtud de la modificación del lado interior entre la primera zona 121 y la segunda zona 122, los canales 130 de refrigerante también pueden presentar diferentes formas de sección transversal. Por ejemplo, los canales 130 de refrigerante en la primera zona 121 pueden estar diseñados más anchos en la dirección circunferencial para corresponder a la superficie creciente (también vista en la dirección circunferencial). Es ventajoso que el área de la sección transversal de cada canal 130 de refrigerante desde el extremo del lado de la tobera (a la derecha en la Figura 1) hasta el extremo del lado de la cabeza (a la izquierda en la Figura 1) no cambie o sólo cambie ligeramente.

El cuerpo 120 de cámara de combustión (o toda la cámara 100 de combustión) se puede producir con bastante rapidez y facilidad en un procedimiento de construcción por capas (impresión 3D o ALM). El material que forma la al menos una primera sección 121 y la segunda sección 122 se puede aplicar por capas y toda la cámara 100 de combustión se puede producir por capas. En este contexto, todos los canales 130 de refrigerante se pueden producir omitiendo la aplicación de material y creando así una cavidad.

Mediante el procedimiento de construcción por capas, las cavidades que forman los canales 130 de refrigerante se pueden producir de manera sencilla. De este modo, también se pueden realizar estructuras complejas, particularmente en la zona de transición entre la sección 110 de cámara de combustión y el cuerpo 120 de cámara de combustión y/o en la zona de cambio continuo del lado interior del cuerpo 120 de cámara de combustión en la zona de la al menos una primera sección 121 y la segunda sección 122, que no serían posibles con otros procedimientos de producción. Por lo tanto, es posible poner a disposición en un procedimiento sencillo cuerpos 120 de cámara de combustión fáciles de enfriar y optimizados en cuanto al flujo, pudiendo prestarse especial atención a una buena amortiguación de las vibraciones, independientemente de la extensión cambiante de los canales 130 de refrigerante.

Las Figuras 4 y 5 muestran vistas esquemáticas en perspectiva y vistas en planta de dos cámaras 100 de combustión. En el ejemplo según la Figura 4, las primeras secciones 121 del cuerpo 120 de cámara de combustión están previstas en el extremo del lado de la cabeza de la cámara 100 de combustión. El mínimo M de la distancia A1 entre el lado interior de la primera sección 121 y el centro Z de sección transversal se encuentra, por ejemplo, en el extremo del lado de la cabeza de la cámara 100 de combustión. La distancia (comenzando desde A1) aumenta de forma continua a lo largo de la dirección longitudinal y la dirección circunferencial del cuerpo 120 de cámara de combustión hasta que alcanza la distancia A2 entre el lado interior de la segunda sección 122 y el centro Z de sección transversal. Por supuesto, el mínimo M puede estar presente no sólo de forma puntual, sino también a lo largo de una línea (por ejemplo, que se extienda longitudinalmente) o en una superficie.

En las vistas en planta de las Figuras 4 y 5 (mirando en la dirección longitudinal de la cámara 100 de combustión respectiva), se puede ver además que el volumen de cámara de combustión se estrecha en la zona de la sección 112 de tobera, en particular, la sección transversal de la cámara 100 de combustión se estrecha hasta el diámetro D de la sección de tobera.

En el ejemplo según la Figura 5, también están previstas unas primeras secciones 121, que reducen el volumen de cámara de combustión. Sin embargo, vistas en la dirección longitudinal de la cámara 100 de combustión, estas primeras secciones 121 se encuentran en una zona central, es decir, entre el extremo del lado de la cabeza (a la izquierda en la Figura 5) y el extremo del lado de la tobera (a la derecha en la Figura 5) del cuerpo 120 de cámara de combustión. La zona restante del cuerpo 120 de cámara de combustión que rodea la primera sección 121 representa, por decirlo así, un cuerpo base en forma de la segunda sección 122. Por lo tanto, en las zonas del lado de la cabeza y del lado de la tobera también es posible hablar de una sección 110 de cámara de combustión que presenta la forma de una cámara de combustión convencional (en este caso, una forma de cámara de combustión cilíndrica).

Las disposiciones de la al menos una primera sección 121 representadas en las Figuras 4 y 5 son sólo a modo de ejemplo. Si bien las primeras secciones 121 están dispuestas a lo largo de un anillo en la Figura 5, por supuesto pueden estar dispuestas varias primeras secciones 121 a lo largo de dos anillos en el cuerpo 120 de cámara de combustión. En este contexto, las primeras secciones 121 a lo largo de un anillo pueden estar dispuestas, vistas en la dirección circunferencial del cuerpo 120 de cámara de combustión, giradas con respecto a las primeras secciones 121 de un anillo adicional. También es imaginable que las primeras secciones no se extiendan a lo largo de la dirección longitudinal del cuerpo 120 de cámara de combustión, como es el caso, por ejemplo, en las Figuras 4 y 5. En cambio, las primeras secciones 121 también pueden extenderse a lo largo de una línea curva. De este modo, por ejemplo, puede absorberse o también reducirse en el flujo de los gases de combustión un componente de rotación.

Además, como se muestra en las Figuras 4 y 5, el lado exterior del cuerpo 120 de cámara de combustión sigue la extensión del lado interior tanto en las primeras secciones 121 como en las segundas secciones 122. Como resultado, la pared del cuerpo 120 de cámara de combustión presenta predominantemente el mismo grosor.

Finalmente, en cada uno de los diseños aquí descritos, puede haber no sólo un entrante en forma de la al menos una primera sección 121, sino también una convexidad 123 (que sólo está representada en la Figura 5). Además, la convexidad 123 también puede reemplazar la segunda sección 122. Una o más convexidades de este tipo hacen posible que esté presente el mismo número de Mach en las zonas del cuerpo 120 de cámara de combustión y de la sección 110 de cámara de combustión.

REIVINDICACIONES

1. Cámara (100) de combustión para un propulsor (10) de cohete, comprendiendo la cámara (100) de combustión:

- un cuerpo (120) de cámara de combustión que encierra un volumen de cámara de combustión; y
- una parte (112) de tobera que se estrecha en la dirección longitudinal de la cámara (100) de combustión y está situada a continuación del cuerpo (120) de cámara de combustión, en donde el cuerpo (120) de cámara de combustión presenta al menos una primera sección (121) y una segunda sección (122),

caracterizada por que

el cuerpo (120) de cámara de combustión presenta esencialmente el mismo grosor de pared en todas partes, la segunda sección (122) forma al menos parte de un cuerpo base cilíndrico del cuerpo (120) de cámara de combustión,

un lado interior de la al menos una primera sección (121) orientado hacia el volumen de cámara de combustión está más cerca de un centro de sección transversal del cuerpo (120) de cámara de combustión que un lado interior de la segunda sección (122) del cuerpo (120) de cámara de combustión,

en la al menos una primera sección (121) y la segunda sección (122) del cuerpo (120) de cámara de combustión, están dispuestos una pluralidad de canales (130) de refrigerante que se extienden en la dirección longitudinal del cuerpo (120) de cámara de combustión y siguen la extensión del lado interior de la al menos una primera sección (121) y la segunda sección (122), y

cada canal (130) de refrigerante, que sigue la extensión del lado interior de una de las al menos una primera sección (121), también pasa a través de la segunda sección (122) en la dirección longitudinal del cuerpo (120) de cámara de combustión.

2. Cámara (100) de combustión según la reivindicación 1, en donde una distancia (A1) del lado interior de la al menos una primera sección (121) al centro (Z) de sección transversal del cuerpo (120) de cámara de combustión aumenta de forma continua, en la dirección longitudinal y/o en la dirección circunferencial del cuerpo (120) de cámara de combustión, desde un mínimo (M) hasta una distancia (A2) del lado interior de la segunda sección (122) del cuerpo (120) de cámara de combustión al centro (Z) de sección transversal del cuerpo (120) de cámara de combustión.

3. Cámara (100) de combustión según la reivindicación 2, en donde el mínimo (M) de la distancia (A1) del lado interior de la al menos una primera sección (121) al centro (Z) de sección transversal del cuerpo (120) de cámara de combustión está dispuesto a lo largo de una línea que se extiende en la dirección longitudinal y/o en la dirección circunferencial del cuerpo (120) de cámara de combustión.

4. Cámara (100) de combustión según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde al menos una sección transversal del cuerpo (120) de cámara de combustión es rotacionalmente simétrica y el centro (Z) de sección transversal del cuerpo (120) de cámara de combustión es el centro de rotación de la simetría rotacional.

5. Cámara (100) de combustión según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la al menos una primera sección (121) del cuerpo (120) de cámara de combustión se halla, en la dirección longitudinal del cuerpo (120) de cámara de combustión, en una zona del cuerpo (120) de cámara de combustión que forma un extremo del lado de la cabeza del cuerpo (120) de cámara de combustión o que forma un extremo del lado de la tobera del cuerpo (120) de cámara de combustión adyacente a la parte (112) de tobera, o que forma una zona central entre el extremo del lado de la cabeza y el extremo del lado de la tobera del cuerpo (120) de cámara de combustión, o

en donde la al menos una primera sección (121) del cuerpo (120) de cámara de combustión se extiende en la dirección longitudinal del cuerpo (120) de cámara de combustión por todo el cuerpo (120) de cámara de combustión.

6. Cámara (100) de combustión según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el cuerpo (120) de cámara de combustión comprende un número par de primeras secciones (121), y/o

en donde al menos dos primeras secciones (121) están dispuestas en el cuerpo (120) de cámara de combustión en la dirección longitudinal del cuerpo (120) de cámara de combustión.

7. Cámara (100) de combustión según una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además:

- una sección cilíndrica (110) que se extiende en la dirección longitudinal de la cámara (100) de combustión.

8. Cámara (100) de combustión según una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además:
 - un segmento supersónico (114) de tobera conectado a la parte (112) de tobera en la dirección longitudinal de la cámara (100) de combustión.
- 5 9. Cámara (100) de combustión según la reivindicación 1, en donde cada uno de los canales (130) de refrigerante del cuerpo (120) de cámara de combustión presenta una salida (138) de refrigerante, y en donde, en la dirección circunferencial a lo largo de una sección transversal del cuerpo (120) de cámara de combustión, junto a una de las salidas (138) de refrigerante, está dispuesta una salida adicional (138) de refrigerante de un canal (130) de refrigerante adyacente en el cuerpo (120) de cámara de combustión.
- 10 10. Propulsor (10) de cohete con una cámara (100) de combustión según una de las reivindicaciones 1 a 9.
- 10 11. Procedimiento para producir una cámara (100) de combustión según una de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la cámara (100) de combustión se construye mediante un procedimiento de construcción por capas.
12. Procedimiento según la reivindicación 11 para producir una cámara (100) de combustión según la reivindicación 8 o 9, en donde no se une mediante el procedimiento de construcción por capas ningún material en las posiciones en las que se encuentran los canales de refrigerante (130) del cuerpo (120) de cámara de combustión.
- 15 13. Soporte de datos legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en un procesador, hacen que una máquina lleve a cabo el procedimiento de construcción por capas según la reivindicación 11 o 12.

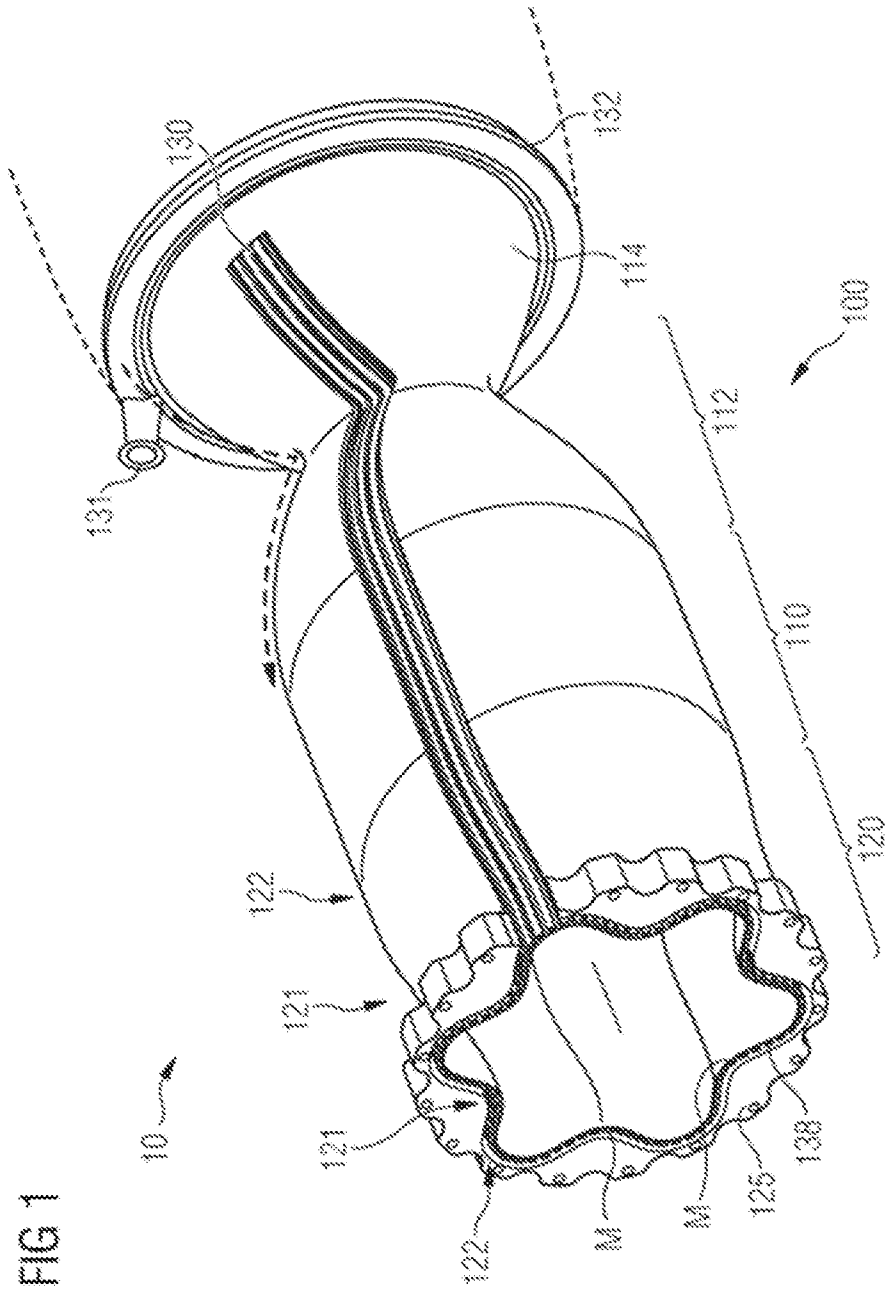
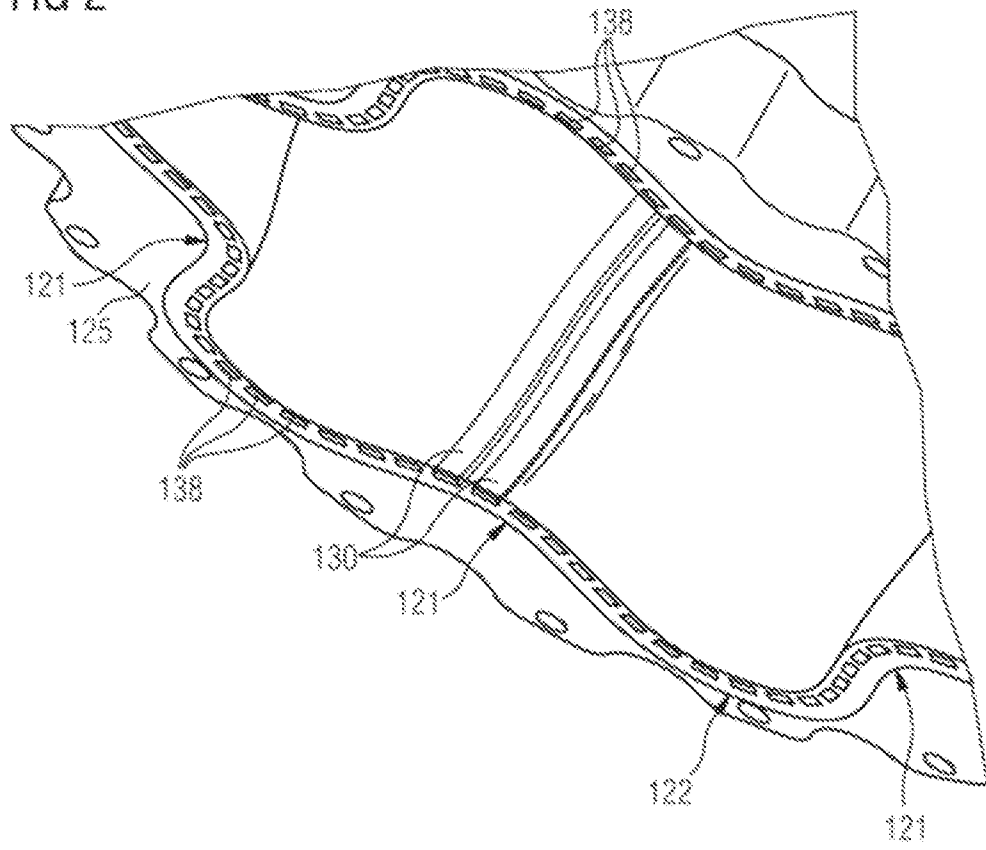


FIG 2



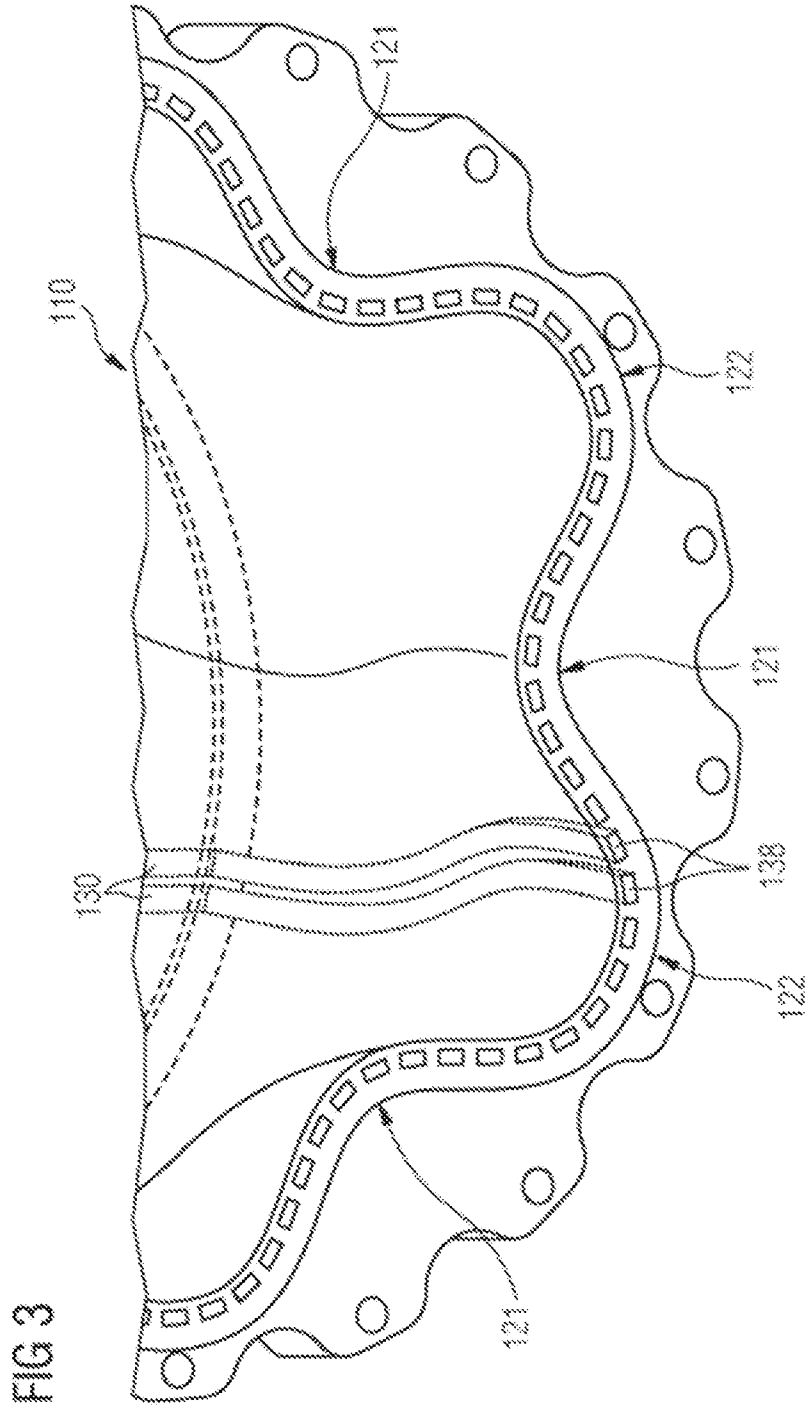


FIG 4

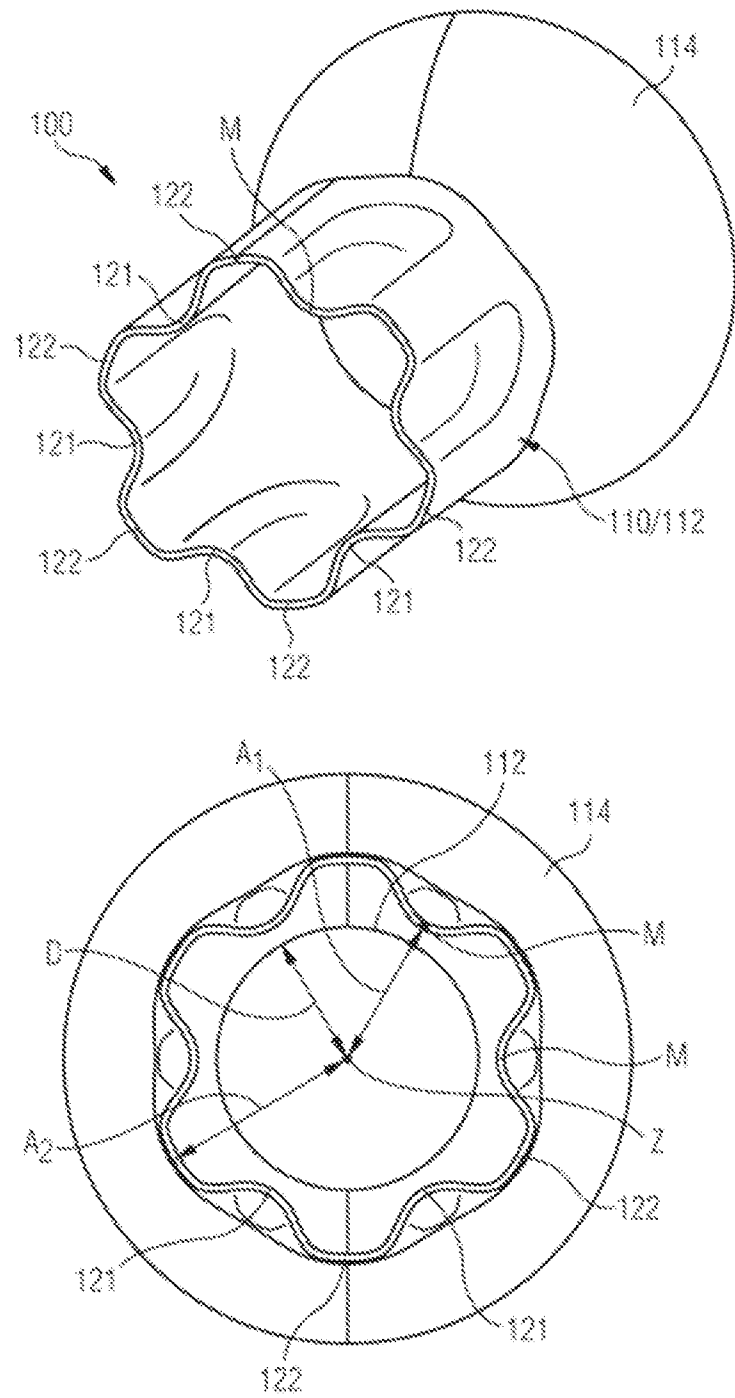


FIG 5

