

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 803 754**

51 Int. Cl.:

F02K 9/60

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2017** **E 17151435 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020** **EP 3348822**

54 Título: **Disposición de depósito de propelente de cohete, unidad de propulsión de cohete, y cohete**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.01.2021

73 Titular/es:

ORBITAL EXPRESS LAUCH LIMITED (100.0%)
39-41 North Road
London N7 9DP, GB

72 Inventor/es:

BAEKBY BJARNOE, JONAS y
VON BENGTON, KRISTIAN

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 803 754 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

Disposición de depósito de propelente de cohete, unidad de propulsión de cohete, y cohete

5 La presente invención se refiere al campo de cohetes para el lanzamiento de objetos, tales como satélites, al espacio. En particular, la presente invención se refiere al campo de depósitos de combustible para dichos cohetes.

Se emplean diversos tipos de cohetes para el lanzamiento objetos al espacio. Por ejemplo, se emprenden diversos enfoques para realizar el lanzamiento de satélites al espacio de manera más fácilmente accesible.
10 Independientemente de las clases de objetos que van a lanzarse, los cohetes tienen que enfrentarse al problema de que la estructura y el combustible requeridos para el lanzamiento del cohete son muy pesadas en comparación con el objeto de que va a lanzarse al espacio, denominado habitualmente carga aérea en cuanto a la dinámica del cohete.

15 El documento WO 2013/158195 A2 se refiere a una mezcla de propelente en depósito y divulga la provisión de compartimentos de oxidante y combustible independientes dentro de un recipiente a presión singular, lo que reduce el peso y complejidad del sistema, al tiempo que se mantiene la no volatilidad de combustible y oxidante almacenados de manera independiente. El combustible y el oxidante pueden mezclarse selectivamente dentro del recipiente a presión cuando se desea.

20 A pesar de los amplios esfuerzos por aumentar la eficacia de los cohetes en cuanto a la minimización de la cantidad de combustible necesario para una carga aérea particular, la eficiencia energética de los cohetes de la técnica anterior sigue sin resultar satisfactoria.

25 Por consiguiente, sería beneficioso modificar los diseños de cohete existentes para un aumento de eficiencia energética.

Las formas de realización a modo de ejemplo de la invención incluyen una unidad de propulsión de cohete según la reivindicación 1 y un procedimiento de transporte de propelente en un cohete y de suministro de propelente a una cámara de combustión en el cohete según la reivindicación 13. Las formas de realización adicionales se proporcionan en las reivindicaciones dependientes.

30 La disposición de depósito de propelente de cohete para almacenar combustible y oxidante para el lanzamiento de un cohete comprende un depósito de oxígeno para almacenar oxígeno líquido y un depósito de combustible para almacenar combustible líquido, en el que el depósito de combustible está dispuesto por lo menos parcialmente dentro del depósito de oxígeno.

Las formas de realización de la invención a modo de ejemplo permiten una disposición de depósito de propelente de cohete que puede almacenar propelentes altamente energéticos, al tiempo que presenta una baja densidad estructural y, por tanto, contribuye a una elevada eficiencia energética general del cohete. La disposición del depósito de combustible por lo menos parcialmente dentro del depósito de oxígeno permite una construcción de peso particularmente ligera de la disposición de depósito de propelente de cohete, contribuyendo en gran medida, por tanto, a la eficiencia energética general de un cohete equipado con la disposición de depósito de propelente de cohete. Es posible seleccionar el combustible para un cohete particular y las temperaturas/presiones para el combustible líquido y el oxígeno líquido de manera que la carga total estructural en la separación entre el depósito de combustible y el depósito de oxígeno es baja. Asimismo, los requisitos en cuanto a aislamiento pueden ser bajos. La separación entre el depósito de combustible y el depósito de oxígeno puede añadir, por tanto, mucho menos peso a la densidad estructural general del cohete que los componentes requeridos para soportar depósitos independientes que están rodeados por el entorno exterior. Por consiguiente, en comparación con enfoques anteriores, en donde se apilaron un depósito de combustible y un depósito de oxidante en una relación uno encima de otro, una cantidad equivalente de propelentes puede almacenarse con una densidad estructural considerablemente menor.

Según la unidad de propulsión de cohete según la reivindicación 1, el depósito de combustible es uno de un depósito de propano para almacenar propano líquido, un depósito de propeno para almacenar propeno líquido, y un depósito de propileno para almacenar propileno líquido. En particular, la combinación de oxígeno y propano líquidos permite una propulsión energéticamente beneficiosa de un cohete. Al mismo tiempo, la disposición de un depósito de propano por lo menos parcialmente dentro del depósito de oxígeno permite una construcción de peso particularmente ligera de la disposición de depósito de propelente de cohete. La separación entre el depósito de oxígeno y el depósito de propano no requiere una resistencia mecánica excesiva y no requiere un aislamiento térmico excesivo, dado que el oxígeno líquido y el propano líquido pueden almacenarse a temperaturas similares y a presiones similares. Sin los requisitos pesados en cuanto a resistencia mecánica y aislamiento, la separación entre el depósito de oxígeno y el depósito de propano puede implementarse de una manera bastante básica y no añade mucho peso al peso general del cohete. Además, la disposición del depósito de propano por lo menos parcialmente dentro del depósito de oxígeno permite un enfriamiento mutuo del oxígeno líquido y el propano líquido. Asimismo, las presiones similares dentro del depósito de propano y el depósito de oxígeno permiten que

la separación entre los dos depósitos sea una simple barrera mecánica que impide la difusión a través de los mismos de cualquiera de los dos componentes, sin requerir una gran resistencia mecánica en cuanto a gradientes de presión. El depósito de propano no tiene por qué diseñarse para estar rodeado por el entorno exterior. Se aplican consideraciones análogas a la combinación de propano líquido y oxígeno líquido, así como a la combinación de propileno líquido y oxígeno líquido.

Según una forma de realización adicional, la disposición de depósito de propelente de cohete comprende una pared de depósito de combustible, que forma el depósito de combustible para almacenar combustible líquido. Con el depósito de combustible estando dispuesto por lo menos parcialmente dentro del depósito de oxígeno, la pared de depósito de combustible puede formar un borde eficaz hacia el depósito de oxígeno a una baja densidad estructural por los motivos expuestos anteriormente. La expresión de formar el depósito de combustible no requiere que la pared de depósito de combustible forme un espacio completamente cerrado. Por ejemplo, la pared de depósito de combustible puede ser una pared cilíndrica, estando el depósito de combustible cerrado por tapones de depósito de combustible.

Según una forma de realización adicional, la disposición de depósito de propelente de cohete comprende una pared de depósito de oxígeno, dispuesta por lo menos parcialmente alrededor de la pared de depósito de combustible, formando la pared de depósito de combustible y la pared de depósito de oxígeno el depósito de oxígeno para almacenar oxígeno líquido entre la pared de depósito de combustible y la pared de depósito de oxígeno. De este modo, la pared de depósito de combustible forma tanto la pared circundante alrededor del depósito de combustible como una pared interior del depósito de oxígeno. De este modo, el combustible líquido y el oxígeno líquido se almacenan adyacentes entre sí, separando solo la pared de depósito de combustible los dos volúmenes para almacenar combustible y oxidante. De nuevo, el depósito de oxígeno puede estar cerrado por los tapones de depósito de oxígeno, proporcionados además de la pared de depósito de oxígeno.

Según una forma de realización adicional, una pluralidad de elementos de fijación de depósito de combustible se dispone entre la pared de depósito de combustible y la pared de depósito de oxígeno. De este modo, puede lograrse una fijación de posición del depósito de combustible dentro del depósito de oxígeno con una baja complejidad. Dado que los gradientes de temperatura y presión entre el depósito de oxígeno y el depósito de combustible son pequeños, los elementos de fijación de depósito de combustible pueden presentar una baja densidad estructural y no tienen por qué soportar carga.

En una forma de realización particular, la pluralidad de elementos de fijación de depósito de combustible puede ser una pluralidad de aletas de fijación. Las aletas de fijación pueden ser elementos similares a láminas que se extienden entre la pared de depósito de combustible y la pared de depósito de oxígeno.

En una forma de realización particular adicional, la pluralidad de elementos de fijación de depósito de combustible puede ser una pluralidad de deflectores de movimiento de líquido. De este modo, los elementos de fijación de depósito de combustible pueden proporcionar, por un lado, una fijación de posición del depósito de combustible dentro del depósito de oxígeno, al tiempo que reducen o eliminan al mismo tiempo efectos dinámicos no deseados del oxígeno líquido que se mueve dentro del depósito de oxígeno. Los deflectores de movimiento de líquido también pueden presentar la forma de aletas de fijación.

Según una forma de realización adicional, la pared de depósito de combustible se realiza de aluminio, acero, en particular acero inoxidable austenítico, componentes a base de fibras de carbono o aluminio sobreenvelto compuesto. El último material es aluminio, envuelto o revestido con un material compuesto, tal como componentes a base de fibras de carbono. El aluminio, los materiales compuestos y el aluminio sobreenvelto compuesto son materiales particularmente ligeros. La pared de depósito de combustible también puede ser una mezcla de dos o más de los materiales anteriores. El depósito de combustible también puede estar realizado en uno o más de los materiales anteriores en combinación con uno o más materiales adicionales.

Según una forma de realización adicional, la pared de depósito de combustible se realiza de aluminio y/o la pared de depósito de oxígeno se realiza de aluminio sobreenvelto compuesto. También es posible que el depósito de combustible consista, esencialmente, en aluminio.

Según una forma de realización adicional, la pared de depósito de combustible está desprovista de material aislante. De este modo, la densidad estructural, gastada en el aislamiento del depósito de combustible en enfoques de la técnica anterior, puede eliminarse, aumentando, por tanto, la eficiencia energética general del cohete. Además, estando el depósito de combustible dispuesto por lo menos parcialmente dentro del depósito de oxígeno, la falta de material aislante permite, de hecho, un enfriamiento mutuo beneficioso del oxígeno y el combustible líquidos.

Según una forma de realización adicional, la pared de depósito de combustible presenta un grosor de entre 0.1 mm y 15 mm, en particular de entre 0.5 mm y 10 mm, más en particular de entre 1 mm y 5 mm. Con este grosor, la pared de depósito de combustible puede proporcionar una barrera eficaz entre el oxígeno y el combustible líquidos, al tiempo que solo contribuye con una pequeña densidad al peso general del cohete. La pared de depósito

de combustible también puede comprender elementos de refuerzo, tales como rigidizadores, largueros, características de isogrid, etc. Estos elementos de refuerzo pueden estar incluidos en los valores de grosor anteriores o pueden añadir grosor localmente. Los elementos de refuerzo pueden estar dispuestos en el interior del depósito de combustible.

5 Según una forma de realización adicional, la presión dentro del depósito de combustible y dentro del depósito de oxígeno puede encontrarse entre 1 bar y 30 bar en funcionamiento.

10 Según una forma de realización adicional, el depósito de combustible presenta una forma generalmente cilíndrica. De este modo, el depósito de combustible presenta una forma que puede estar rodeada por el depósito de oxígeno líquido de una manera regular. Asimismo, un depósito de combustible generalmente cilíndrico puede deslizarse de manera conveniente en el espacio interior, proporcionado por la pared de depósito de oxígeno, durante la fabricación.

15 Según una forma de realización adicional, el depósito de oxígeno presenta una forma cilíndrica generalmente hueca. Dicho de otro modo, el espacio entre una pared de depósito de combustible generalmente cilíndrica y una pared de depósito de oxígeno generalmente cilíndrica puede generar un cilindro generalmente hueco, formando este cilindro generalmente hueco el depósito de oxígeno de la disposición de depósito de propelente de cohete.

20 Según una forma de realización adicional, el depósito de oxígeno puede presentar un diámetro comprendido entre 0.5 m y 10 m, en particular entre 1 m y 5 m.

25 Según una forma de realización adicional, el depósito de oxígeno presenta una elongación de depósito de oxígeno y el depósito de combustible presenta una elongación de depósito de combustible, en donde la elongación de depósito de oxígeno se encuentra entre el 80% y el 120% de la elongación de depósito de combustible, en particular entre el 90% y el 110% de la elongación de depósito de combustible. Más en particular, la elongación de depósito de oxígeno puede ser sustancialmente igual a la elongación de depósito de combustible. Dicho de otro modo, tanto el depósito de oxígeno como el depósito de combustible pueden ser estructuras largas, que presentan, cada uno, extensiones longitudinales respectivas. Las extensiones longitudinales del depósito de oxígeno y el depósito de combustible pueden ser comparables entre sí o desviarse menos del 20% una con respecto a otra. De este modo, puede lograrse una disposición continua del depósito de oxígeno alrededor del depósito de combustible por la mayor parte de la extensión longitudinal o la totalidad de la extensión longitudinal de la disposición de depósito de propelente de cohete. La dirección de la extensión longitudinal del depósito de oxígeno y el depósito de combustible puede ser la dirección de altura del cohete.

35 Según una forma de realización adicional, la disposición de depósito de propelente de cohete presenta una extensión longitudinal comprendida entre 1 m y 50 m, en particular entre 3 m y 30 m, más en particular de entre 5 m y 20 m.

40 Según una forma de realización adicional, el depósito de combustible está cerrado sustancialmente por completo por el depósito de oxígeno. Al estar el depósito de combustible cerrado por completo o casi por completo por el depósito de oxígeno, las propiedades beneficiosas anteriormente descritas de un bajo diferencial de presión y un enfriamiento mutuo a través de la pared de depósito de combustible pueden utilizarse por toda la superficie de la pared de depósito de combustible.

45 Según una forma de realización adicional, el depósito de oxígeno está configurado para almacenar oxígeno líquido criogénico. Alternativa/adicionalmente, el depósito de combustible está configurado para almacenar propano líquido criogénico.

50 Formas de realización a modo de ejemplo de la invención incluyen, además, un cohete, que comprende por lo menos una unidad de propulsión de cohete, tal como se describió anteriormente, y una estructura de transporte para unir uno o más objetos que van a lanzarse al espacio a dicha por lo menos una unidad de propulsión de cohete. Las modificaciones, características adicionales, y efectos, anteriormente descritos con respecto a la disposición de depósito de propelente de cohete, se aplican al cohete de manera análoga.

55 Las formas de realización a modo de ejemplo de la invención incluyen, además, un procedimiento de transporte de propelente en un cohete, que comprende transportar oxígeno líquido en un depósito de oxígeno, transportar combustible líquido en un depósito de combustible, estando el depósito de combustible dispuesto por lo menos parcialmente dentro del depósito de oxígeno, y controlando de manera conjunta una temperatura de oxígeno líquido del oxígeno líquido y una temperatura de combustible líquido del combustible líquido. Las modificaciones, características adicionales, y efectos, anteriormente descritos con respecto a la disposición de depósito de propelente de cohete, se aplican al procedimiento de transporte de propelente en un cohete de una manera análoga. La temperatura de oxígeno líquido y la temperatura de combustible líquido pueden controlarse de manera conjunta de diversas maneras. Por ejemplo, pueden proporcionarse medios de enfriamiento activo que aplican su poder de enfriamiento de manera conjunta a los dos depósitos. También es posible que las temperaturas se controlen para ser sustancialmente iguales o por lo menos similares seleccionando un combustible particular y una

presión de combustible particular que producen una temperatura particular que coincide con la temperatura de oxígeno líquido. Al controlar de manera conjunta la temperatura de oxígeno líquido y la temperatura de combustible líquido, puede implementarse la separación entre el depósito de combustible y el depósito de oxígeno con una baja complejidad, en particular, implementarse con muy pocos o ningún medio para el aislamiento.

5 Las formas de realización a modo de ejemplo de la invención se describen en detalle a continuación con respecto a los dibujos adjuntos, en donde:

10 la figura 1 muestra una unidad de propulsión de cohete en una vista en sección transversal vertical esquemática según un enfoque de la técnica anterior;

la figura 2 muestra una unidad de propulsión de cohete en una vista en sección transversal vertical esquemática según una forma de realización a modo de ejemplo de la invención;

15 la figura 3 muestra una disposición de depósito de propelente de cohete en una vista en sección transversal vertical esquemática según una forma de realización a modo de ejemplo de la invención;

20 la figura 4 muestra la disposición de depósito de propelente de cohete de la figura 3 en un estado previamente ensamblado;

la figura 5 muestra la parte de extremo superior de la disposición de depósito de propelente de cohete de la figura 3 en mayor detalle;

25 la figura 6 muestra la disposición de depósito de propelente de cohete de la figura 3 en una vista en sección transversal horizontal esquemática;

la figura 7 muestra una disposición de depósito de propelente de cohete en una vista en sección transversal vertical esquemática según otra forma de realización a modo de ejemplo de la invención;

30 la figura 8 muestra un cohete en una vista esquemática según una forma de realización a modo de ejemplo de la invención.

35 La figura 1 muestra una unidad de propulsión de cohete 2 en una vista en sección transversal vertical esquemática, siendo la unidad de propulsión de cohete 2 según un enfoque de la técnica anterior. La unidad de propulsión de cohete 2 presenta tres componentes básicos, concretamente una disposición de depósito de propelente de cohete 4, una cámara de combustión 6, y una boquilla 8 para expulsar los gases de escape.

40 La disposición de depósito de propelente de cohete 4 presenta un depósito de oxígeno 10 para almacenar oxígeno líquido, que es un oxidante utilizado habitualmente, y un depósito de combustible 12 para almacenar RP-1, que es un combustible de cohete utilizado habitualmente. El depósito de oxígeno 10 y el depósito de combustible 12 se apilan uno encima de otro en un depósito de soporte de carga 14. En particular, el depósito de combustible 12 está dispuesto por encima del depósito de oxígeno 10, disponiéndose una estructura 16 entre depósitos aislante entre los mismos. Una línea 18 de suministro de combustible se extiende a través del depósito de oxígeno 10, de manera que tanto RP-1 como oxígeno pueden proporcionarse a la cámara de combustión 6.

45 La figura 2 muestra una unidad de propulsión de cohete 20 en una vista en sección transversal vertical esquemática, siendo la unidad de propulsión de cohete 20 según una forma de realización a modo de ejemplo de la invención. La unidad de propulsión de cohete 20 presenta tres componentes básicos, concretamente una disposición de depósito de propelente de cohete 40, una cámara de combustión 60, y una boquilla 80.

50 La disposición de depósito de propelente de cohete 40 de la figura 2 presenta un depósito de oxígeno 42 para almacenar oxígeno líquido y un depósito de propano 52 para almacenar propano líquido. El depósito de propano 52 es un ejemplo particular de un depósito de combustible para almacenar combustible líquido. La disposición de depósito de propelente de cohete 40 de la figura 2 está configurada para almacenar propano líquido. Sin embargo, también es posible proporcionar una disposición de depósito de propelente de cohete análoga o similar para propano o propileno.

55 El depósito de propano 52 está dispuesto dentro del depósito de oxígeno 42. En particular, el depósito de propano 52 presenta una forma generalmente cilíndrica. Los extremos superior e inferior del depósito de propano presentan tapones de depósito de propano redondeados para cerrar una pared de depósito de propano 54 generalmente cilíndrica, formando, por tanto, la forma generalmente cilíndrica del depósito de propano 52. El depósito de oxígeno 42 presenta una pared de depósito de oxígeno 44 generalmente cilíndrica, que forma la pared exterior del depósito de oxígeno 42. Dos tapones de depósito de oxígeno redondeados cierran la estructura cilíndrica en la parte superior y la parte inferior. Los extremos inferiores del depósito de oxígeno 42 y el depósito de propano 52, es decir, los extremos del depósito de oxígeno 42 y el depósito de propano 52 hacia la cámara de combustión 60, están dispuestos, aproximadamente, a la misma altura. De este modo, tanto la(s) línea(s) de suministro de oxígeno como

la(s) línea(s) de suministro de propano hacia la cámara de combustión 60 pueden mantenerse cortas.

La extensión de altura del depósito de oxígeno 42, es decir, la extensión longitudinal del depósito de oxígeno 42, es aproximadamente un 20% mayor que la extensión longitudinal del depósito de propano 52. El depósito de oxígeno 42 presenta la forma de un cilindro hueco a lo largo de la longitud del depósito de propano 52 y presenta una forma generalmente cilíndrica por encima de los mismos. El oxígeno líquido se almacena alrededor de todo el depósito de propano 52 con la excepción de la parte más inferior del mismo.

El diámetro de pared de depósito de oxígeno es aproximadamente tres veces el diámetro de la pared de depósito de propano. La pared de depósito de propano se realiza de aluminio y presenta un grosor de aproximadamente 1.5 mm en la forma de realización a modo de ejemplo de la figura 2. La pared de depósito de oxígeno también se realiza de aluminio y presenta un grosor de aproximadamente 10 mm en la forma de realización a modo de ejemplo de la figura 2.

En la figura 2, tanto el depósito de oxígeno 42 como el depósito de propano 52 se muestran en un estado parcialmente llenado. El depósito de oxígeno 42 se llena hasta aproximadamente el 90% con oxígeno líquido. El depósito de propano 52 se llena hasta aproximadamente el 90% con propano líquido.

En comparación con la disposición de depósito de propelente de cohete 4 de la figura 1, la disposición de depósito de propelente de cohete 40 de la figura 2 no requiere una estructura 16 entre depósitos aislante. Asimismo, al estar el depósito de propano 52 dispuesto dentro del depósito de oxígeno 42, solo se requieren dos tapones de extremo grande en la parte superior y la parte inferior de la disposición de depósito de propelente de cohete 40 en lugar de los cuatro tapones de extremo grande de los dos depósitos de la disposición de depósito de propelente de cohete 4. Asimismo, el diseño de la línea de suministro de combustible se simplifica en gran medida, eliminando la necesidad de la línea 18 de suministro de combustible de gran intervalo de la disposición de depósito de propelente de cohete 4 de la figura 1. Asimismo, la pared de depósito de propano 54 se reduce en gran medida en cuanto a grosor en comparación con la pared del depósito de combustible 12. Además, el propano y el oxígeno pueden enfriarse de manera conjunta y su temperatura controlarse de manera conjunta en la disposición de depósito de propelente de cohete 40 de la figura 2, en comparación con los sistemas independientes de la disposición de depósito de propelente de cohete 4 de la figura 1.

La figura 3 muestra una disposición de depósito de propelente de cohete 40 en una vista en sección transversal vertical esquemática, siendo la disposición de depósito de propelente de cohete 40 según una forma de realización a modo de ejemplo de la invención. La disposición de depósito de propelente de cohete 40 presenta un depósito de oxígeno 42 y un depósito de propano 52. El depósito de propano 52 está formado por una pared de depósito de propano 54, que es cilíndrica en forma. Por consiguiente, el depósito de propano 52, en su totalidad, también presenta una forma generalmente cilíndrica. Los extremos superior e inferior del depósito de propano 52 se cierran con tapones de depósito de propano 56, que presenta, generalmente, forma de disco. De nuevo, el depósito de propano 52 es una forma de realización a modo de ejemplo de un depósito de combustible. También es posible que se proporcione un depósito de propano o un depósito de propileno en lugar del depósito de propano 52.

El depósito de propano 52 está dispuesto dentro del depósito de oxígeno 42. En particular, el depósito de oxígeno 42 está formado entre la pared de depósito de propano 54 generalmente cilíndrica y una pared de depósito de oxígeno 44 generalmente cilíndrica. La pared de depósito de propano 54 generalmente cilíndrica y la pared de depósito de oxígeno 44 generalmente cilíndrica se disponen de manera concéntrica, es decir, se disponen con sus ejes centrales respectivos coincidiendo. La pared de depósito de oxígeno 44 generalmente cilíndrica presenta una extensión de altura algo menor que la pared de depósito de oxígeno 54 generalmente cilíndrica. El depósito de oxígeno 42 está cerrado en sus extremos superior e inferior por tapones de depósito de oxígeno redondeados 46. Los tapones de depósito de oxígeno 46 son anulares, cerrando, por tanto, el depósito de oxígeno 42 de forma cilíndrica generalmente hueca. Debido a su forma tridimensional redondeada, los tapones de depósito de oxígeno 46 garantizan que el depósito de propano 52 y el depósito de oxígeno 42 presenten la misma extensión de altura en los puntos de contacto de los tapones de depósito de oxígeno 46 y los tapones de depósito de propano 56 en la forma de realización a modo de ejemplo de la figura 3.

Dado que el oxígeno líquido se almacena alrededor de toda la pared de depósito de propano 54, el depósito de propano 52 se considera que está totalmente dispuesto dentro del depósito de oxígeno 42.

En la forma de realización a modo de ejemplo de la figura 3, el diámetro de la pared de depósito de oxígeno 44 es aproximadamente cuatro veces el diámetro de la pared de depósito de propano 54. Dependiendo de las extensiones de altura relativas del depósito de propano 52 y el depósito de oxígeno 42 así como de la relación de mezcla deseada para la combustión, pueden utilizarse otros diámetros relativos. Asimismo, el depósito de propano 52 y el depósito de oxígeno 42 pueden presentar otras formas geométricas. Por ejemplo, el depósito de propano 52 puede presentar una forma generalmente elipsoidal, que se dispone en un depósito de oxígeno 42 con una pared de depósito de oxígeno 44 generalmente cilíndrica o con una pared de depósito de oxígeno elipsoidal.

La disposición de depósito de propelente de cohete 40 de la figura 3 comprende, además, una pluralidad de

elementos de fijación de depósito de propano 48. Los elementos de fijación de depósito de propano 48 están previstos para garantizar una fijación espacial entre la pared de depósito de propano 54 y la pared de depósito de oxígeno 44 a lo largo de la longitud de la disposición de depósito de propelente de cohete 40. Los elementos de fijación de depósito de propano 48 pueden unirse a la pared de depósito de propano 54 o a la pared de depósito de oxígeno 44 o tanto a la pared de depósito de propano 54 como a la pared de depósito de oxígeno 44 de una manera adecuada. Aunque la unión a una de la pared de depósito de propano 54 y la pared de depósito de oxígeno 44 puede ser suficiente para garantizar una fijación espacial, una unión tanto a la pared de depósito de propano 54 como a la pared de depósito de oxígeno 44 puede permitir una disposición de depósito de propelente de cohete 40 general más robusta.

En la forma de realización a modo de ejemplo de la figura 3, los elementos de fijación de depósito de propano 48 se implementan como elementos similares a láminas, también denominados aletas de fijación. Además, los elementos de fijación de depósito de propano 48 actúan como deflectores de movimiento de líquido en la forma de realización a modo de ejemplo de la figura 3, impidiendo un movimiento excesivo del oxígeno líquido almacenado en el depósito de oxígeno 42 durante el funcionamiento.

La figura 4 muestra la disposición de depósito de propelente de cohete 40 de la figura 3 en una vista previamente ensamblada. En particular, la figura 4 muestra que los elementos de fijación de depósito de propano 48 se unen a la pared de depósito de propano 54 y que la unidad previamente ensamblada de la pared de depósito de propano 54 y los elementos de fijación de depósito de propano 48 se desliza en la pared de depósito de oxígeno 44 durante el ensamblado, tal como se indica por la flecha en la figura 4. Esta combinación de pared de depósito de oxígeno 44, pared de depósito de propano 54, y elementos de fijación de depósito de propano 48 se cierra, a continuación, por medio del ensamblado de los tapones de depósito de propano 56 y los tapones de depósito de oxígeno 46. El propano y el oxígeno líquidos pueden introducirse para llenar el depósito de propano 52 y el depósito de oxígeno 42, respectivamente, antes de la unión de un segundo conjunto de un tapón de depósito de oxígeno 46 y un tapón de depósito de propano 56. Alternativamente, por lo menos uno de cada uno de los tapones de depósito de oxígeno 46 y los tapones de depósito de propano 56 pueden presentar una abertura apta para introducir el oxígeno y el propano líquidos a su través.

La figura 5 muestra la sección superior de la disposición de depósito de propelente de cohete 40 de la figura 3 en más detalle. En particular, se muestra que la pared de depósito de oxígeno 44, la pared de depósito de propano 54, y los tapones de depósito de oxígeno 46 presentan solapas respectivas. Con la ayuda de estas solapas, el depósito de oxígeno 42 y el depósito de propano 52 se cierran con los tapones de depósito de oxígeno 46 y los tapones de depósito de propano 56 por medio de medios de sujeción adecuados.

La figura 6 muestra una vista en sección transversal horizontal esquemática a través de la disposición de depósito de propelente de cohete 40 de la figura 3. La figura 6 ilustra que el depósito de propano 52 presenta una sección transversal horizontal generalmente circular y que el depósito de oxígeno 42 presenta una sección transversal horizontal generalmente anular. Por consiguiente, la figura 6 también muestra que tanto la pared de depósito de oxígeno 44 como la pared de depósito de propano 54 presentan una sección transversal circular, estando los dos círculos dispuestos de manera concéntrica. En la sección transversal representada en la figura 6, se representan cuatro elementos de fijación de depósito de propano 48. Con estos cuatro elementos de fijación de depósito de propano 48, el depósito de propano 52 se fija espacialmente en dos dimensiones con respecto a la pared de depósito de oxígeno 44. También se ilustra que los elementos de fijación de depósito de propano 48 son estructuras similares a láminas que presentan una sección transversal horizontal delgada.

La figura 7 muestra una disposición de depósito de propelente de cohete 40 en una vista en sección transversal vertical esquemática, siendo la disposición de depósito de propelente de cohete 40 según otra forma de realización a modo de ejemplo de la invención. En particular, la disposición de depósito de propelente de cohete 40 corresponde a la disposición de depósito de propelente de cohete 40 de las figuras 3 a 6, con la excepción de las extensiones longitudinales relativas del depósito de propano 52 y el depósito de oxígeno 42 y el mecanismo de cierre. En particular, en la figura 7, el depósito de propano 52 presenta una mayor extensión de altura que el depósito de oxígeno 42. El depósito de propano 52 se extiende más allá del depósito de oxígeno 42 en el extremo superior. Puede elegirse una disposición de este tipo para proporcionar un acceso más fácil al depósito de propano 52 para la introducción de combustible. En la forma de realización a modo de ejemplo de la figura 7, el tapón de depósito de oxígeno 46 está sujeto a una solapa que está separada del extremo superior del depósito de propano 52.

La figura 8 muestra un cohete 100 en una vista esquemática, siendo el cohete 100 según una forma de realización a modo de ejemplo de la invención. El cohete 100 comprende dos unidades de propulsión de cohetes 20, 20', concretamente, una unidad de propulsión de cohete de primera etapa 20 y una unidad de propulsión de cohete de segunda etapa 20'. El cohete 100 comprende, además, una carga 110 aérea, tal como un satélite que va a transportarse al espacio, cubierto por un carenado 120 aerodinámico desplegable.

La unidad de propulsión de cohete de primera etapa 20 presenta una primera disposición de depósito de propelente de cohete 40, que puede ser según cualquiera de las formas de realización descritas anteriormente. La unidad de

propulsión de cohete de primera etapa 20 presenta, además, cuatro motores de primera etapa 70, presentando cada uno una cámara de combustión de primera etapa 60 y una boquilla de primera etapa 80, y cuatro turbobombas 90. Las turbobombas 90 garantizan que el combustible se proporciona a las cámaras de combustión 60 a presiones adecuadas. La presión dentro del depósito de combustible de la unidad de propulsión de cohete de primera etapa 20 puede encontrarse entre 1 bar y 10 bar. La provisión de turbobombas permite almacenar el combustible a presiones moderadas, bajando, por tanto, de nuevo la densidad estructural del depósito de combustible.

La unidad de propulsión de cohete de segunda etapa 20' presenta una segunda disposición de depósito de propelente de cohete 40', que también puede ser según cualquiera de las formas de realización descritas anteriormente. La unidad de propulsión de cohete de segunda etapa 20' presenta, además, un motor de segunda etapa 70', que presenta una cámara de combustión de segunda etapa 60' y una boquilla de segunda etapa 80'. El motor de segunda etapa 70' está rodeado por una cubierta 130 aerodinámica desplegable. La presión dentro del depósito de combustible de la unidad de propulsión de cohete de segunda etapa 20' puede encontrarse entre 10 bar y 30 bar.

El funcionamiento del cohete 100 puede ser de la siguiente manera. Para el despegue y la primera fase de vuelo, se utiliza la unidad de propulsión de cohete de primera etapa 20, utilizándose el combustible y el oxígeno de la primera disposición de depósito de propelente de cohete 40 en la primera fase de vuelo. Tras agotar el combustible y el oxígeno almacenados en la primera disposición de depósito de propelente de cohete 40, la unidad de propulsión de cohete de primera etapa 20 se descarta, es decir, se desacopla del resto del cohete 100. Entonces, se utiliza la unidad de propulsión de cohete de segunda etapa 20' para la segunda fase de vuelo. Después de la segunda fase de vuelo, la unidad de propulsión de cohete de segunda etapa 20' se descarta, es decir, se desacopla de la carga 110 aérea. Al haber descartado también el carenado 120 aerodinámico desplegable, se manipula entonces la carga aérea, por sí misma, para orientarla a su posición objetivo, tal como a una órbita deseada en caso de que la carga 110 aérea sea un satélite.

Aunque la invención se ha descrito haciendo referencia a las formas de realización a modo de ejemplo, se comprenderá por los expertos en la materia que pueden realizarse diversos cambios sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, pueden realizarse muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la invención sin apartarse de alcance esencial de las reivindicaciones. Por tanto, se prevé que la invención no se limite a la forma de realización particular divulgada, sino que la invención incluirá todas las formas de realización que se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Unidad de propulsión de cohete (20), que comprende:
 - 5 una disposición de depósito de propelente de cohete (40) para almacenar combustible y oxidante para el lanzamiento de un cohete, comprendiendo la disposición de depósito de propelente de cohete:
 - un depósito de oxígeno (42) para almacenar oxígeno líquido, y
 - 10 un depósito de combustible (52) para almacenar combustible líquido, siendo el depósito de combustible uno de entre un depósito de propano para almacenar propano líquido, un depósito de propeno para almacenar propeno líquido, y un depósito de propileno para almacenar propileno líquido,
 - 15 en el que el depósito de combustible está dispuesto por lo menos parcialmente dentro del depósito de oxígeno;
 - por lo menos una cámara de combustión (60), acoplada a la disposición de depósito de propelente de cohete para recibir oxígeno líquido desde el depósito de oxígeno (42) y para recibir combustible líquido desde el depósito de combustible (52); y
 - 20 por lo menos una boquilla (80), acoplada a dicha por lo menos una cámara de combustión, para expulsar gases de escape desde dicha por lo menos una cámara de combustión.
 - 25 2. Unidad de propulsión de cohete (20) según la reivindicación 1, en la que la disposición de depósito de propelente de cohete comprende una pared de depósito de combustible (54), que forma el depósito de combustible (52) para almacenar combustible líquido.
 - 30 3. Unidad de propulsión de cohete (20) según la reivindicación 2, en la que la disposición de depósito de propelente de cohete comprende una pared de depósito de oxígeno (44), dispuesta por lo menos parcialmente alrededor de la pared de depósito de combustible (54), formando la pared de depósito de combustible y la pared de depósito de oxígeno el depósito de oxígeno (42) para almacenar el oxígeno líquido entre la pared de depósito de combustible y la pared de depósito de oxígeno.
 - 35 4. Unidad de propulsión de cohete (20) según la reivindicación 3, en la que una pluralidad de elementos de fijación de depósito de combustible (48) están dispuestos entre la pared de depósito de combustible (54) y la pared de depósito de oxígeno (44).
 - 40 5. Unidad de propulsión de cohete (20) según la reivindicación 4, en la que la pluralidad de elementos de fijación de depósito de combustible (48) son una pluralidad de aletas de fijación.
 - 45 6. Unidad de propulsión de cohete (20) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5,
 - en la que la pared de depósito de combustible (54) está realizada en aluminio, acero, en particular, acero inoxidable austenítico, componentes a base de fibras de carbono o aluminio sobreenvuelto compuesto,
 - y/o
 - en la que la pared de depósito de combustible (54) está desprovista de material aislante.
 - 50 7. Unidad de propulsión de cohete (20) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en la que la pared de depósito de combustible (54) presenta un grosor de 0.1 mm a 15 mm, en particular de 0.5 mm a 10 mm, además, en particular de 1 mm a 5 mm.
 - 55 8. Unidad de propulsión de cohete (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el depósito de combustible (52) presenta una forma generalmente cilíndrica y/o en la que el depósito de oxígeno (42) presenta una forma cilíndrica generalmente hueca.
 - 60 9. Unidad de propulsión de cohete (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el depósito de oxígeno (42) presenta una elongación de depósito de oxígeno y en la que el depósito de combustible (52) presenta una elongación de depósito de combustible y en la que la elongación de depósito de oxígeno está comprendida entre el 80% y el 120% de la elongación de depósito de combustible, en particular entre el 90% y el 110% de la elongación de depósito de combustible.
 - 65 10. Unidad de propulsión de cohete (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el depósito de combustible (52) está cerrado sustancialmente por completo por el depósito de oxígeno (42).

11. Unidad de propulsión de cohete (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el depósito de oxígeno (42) está configurado para almacenar oxígeno líquido criogénico y/o en la que el depósito de combustible (52) está configurado para almacenar propano líquido criogénico.

5 12. Cohete, que comprende por lo menos una unidad de propulsión de cohete (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y una estructura de transporte para unir uno o más objetos que van a lanzarse al espacio a dicha por lo menos una unidad de propulsión de cohete.

10 13. Procedimiento de transporte de propelente en un cohete y de suministro de propelente a una cámara de combustión en el cohete, que comprende:

transportar oxígeno líquido en un depósito de oxígeno,

15 transportar combustible líquido en un depósito de combustible, estando el depósito de combustible dispuesto por lo menos parcialmente dentro del depósito de oxígeno y siendo el combustible líquido uno de entre propano líquido, propeno líquido, y propileno líquido,

20 controlar de manera conjunta una temperatura de oxígeno líquido del oxígeno líquido y una temperatura de combustible líquido del combustible líquido,

suministrar oxígeno líquido desde el depósito de oxígeno hasta la cámara de combustión, y

suministrar combustible líquido desde el depósito de combustible hasta la cámara de combustión.

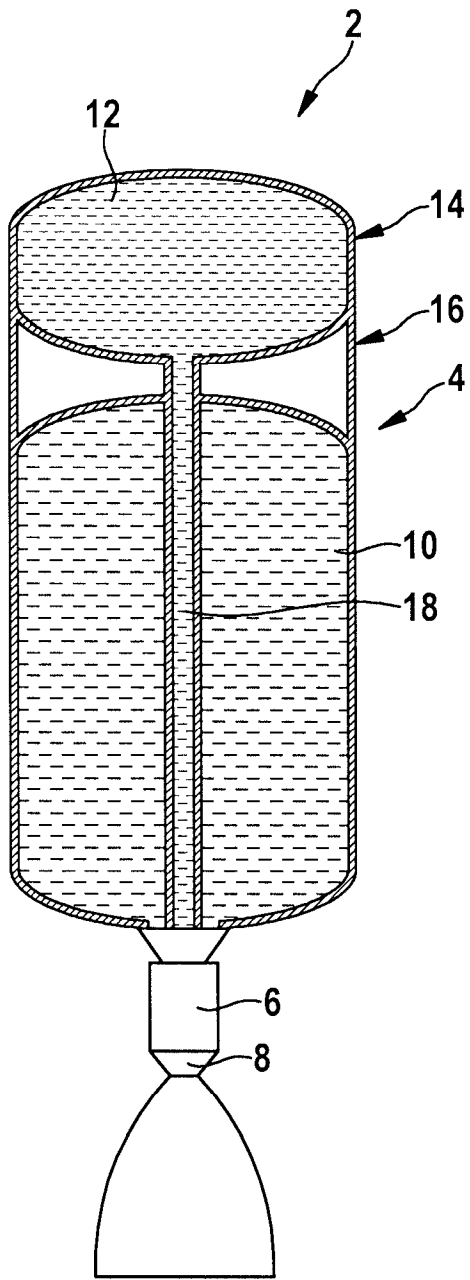


Fig. 1

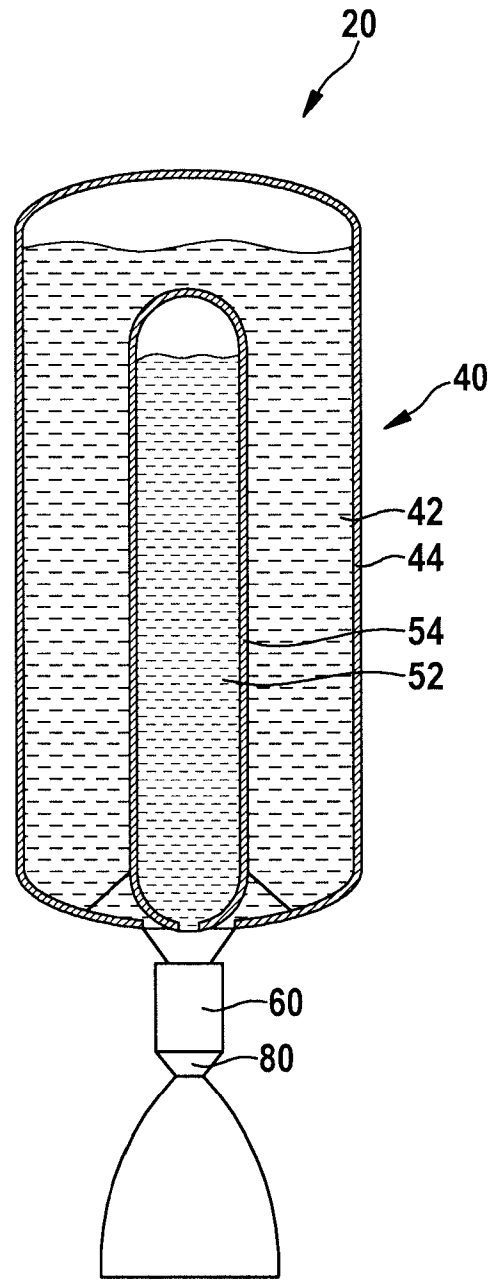


Fig. 2

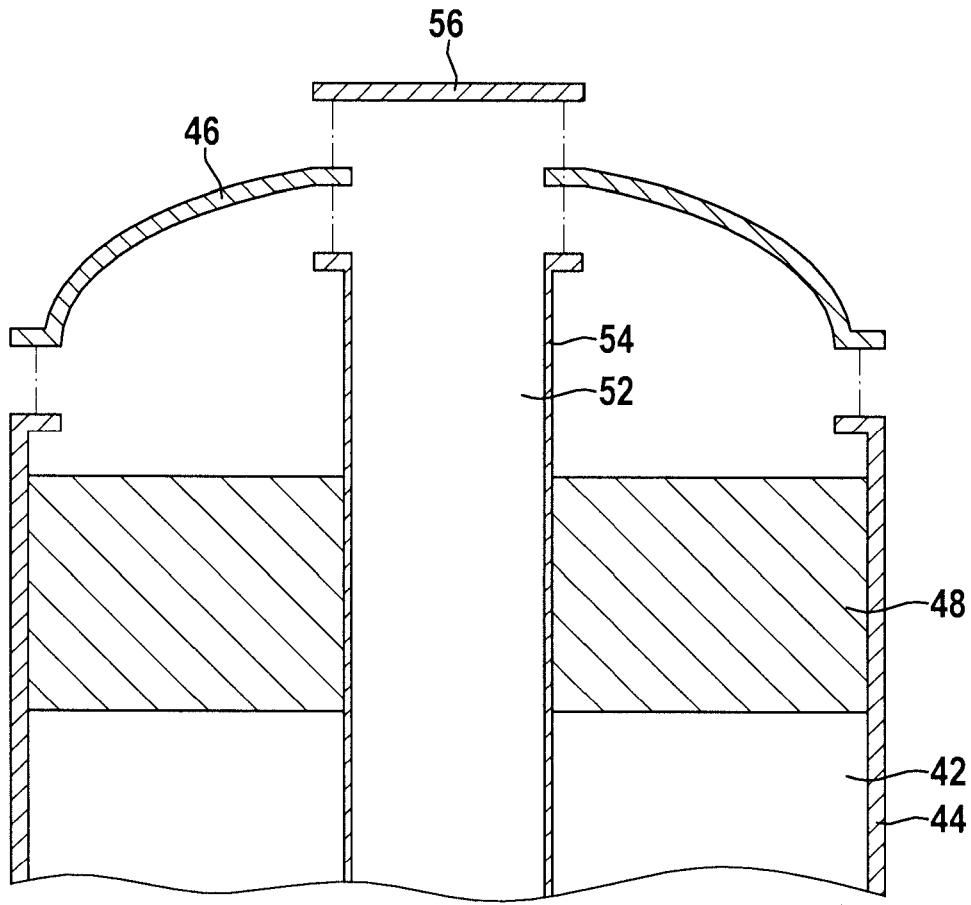


Fig. 5

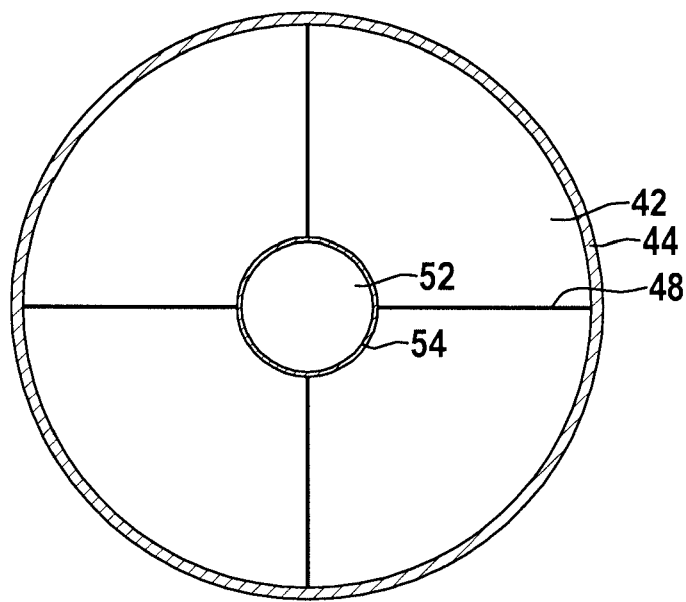


Fig. 6

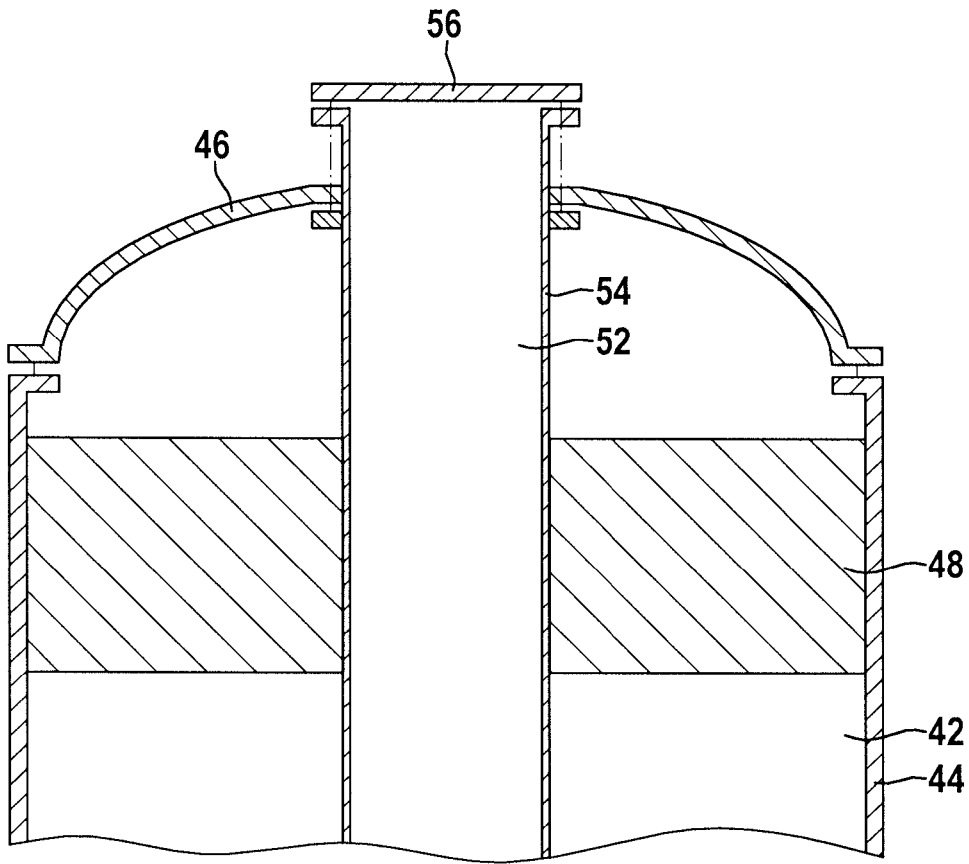


Fig. 7

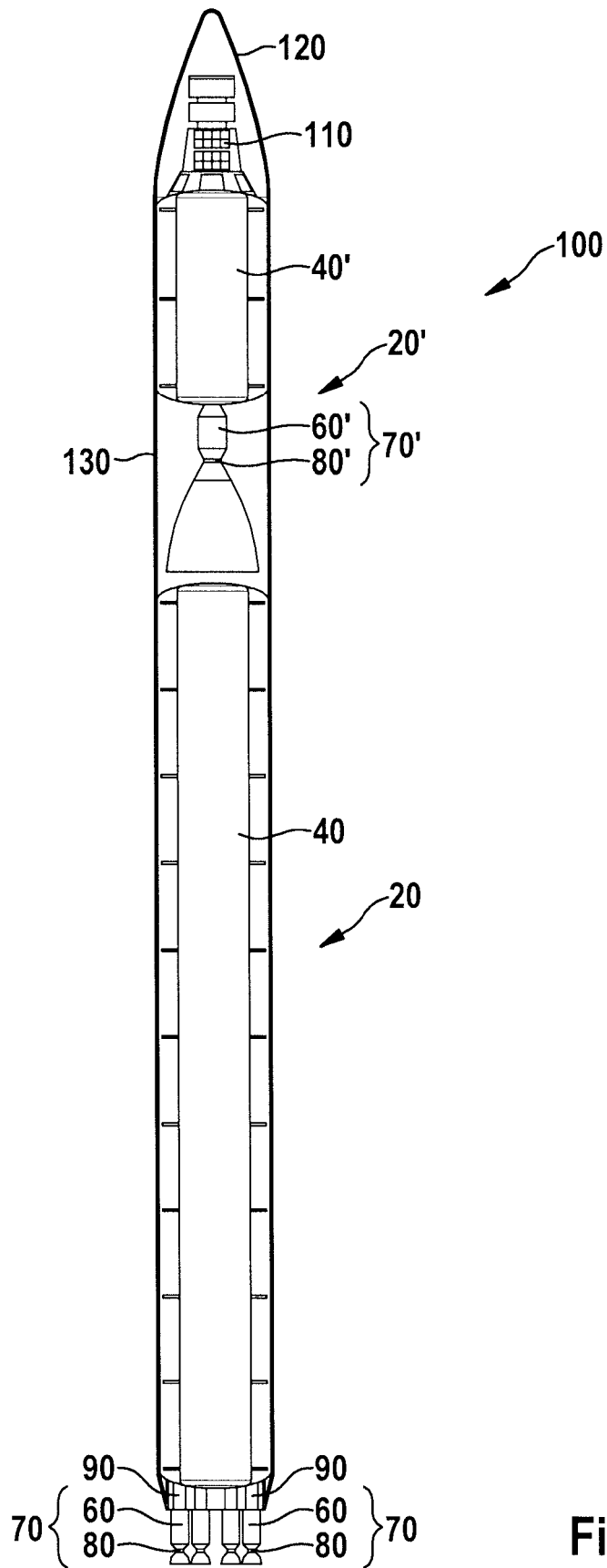


Fig. 8