

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 414 059**

51 Int. Cl.:

F17C 13/08 (2006.01)

B64G 1/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2006 E 06805282 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 1924804**

54 Título: **Depósito de combustible para líquidos criogénicos**

30 Prioridad:

17.09.2005 DE 102005044534

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

18.07.2013

73 Titular/es:

**ASTRIUM GMBH (100.0%)
LUDWIG-BÖLKOW-ALLEE
85521 OTTOBRUNN, DE**

72 Inventor/es:

**BEHRUZI, KEI PHILIPP;
MICHAELIS, MARK;
NETTER, GASTON y
RITTWEGGER, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 414 059 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

Depósito de combustible para líquidos criogénicos.

5 La invención se refiere a un vehículo espacial con un depósito de combustible para almacenar líquidos criogénicos para el funcionamiento y con un gas propelente que sirve de medio transportador, con al menos un dispositivo de extracción en forma de un recipiente de reserva rellenable y con una separación del combustible del gas propelente por la tensión superficial y las fuerzas hidráulicas originadas.

10 En los vehículos espaciales, frecuentemente, gases propelentes sirven para transportar el combustible de los depósitos de combustible a las cámaras de combustión o de reacción. En el caso de líquidos criogénicos, como gas propelente habitualmente se usa helio (He) que impulsa el recipiente de combustible y de esta manera hace pasar el combustible a presión al sistema de tuberías que conduce al propulsor correspondiente. En un depósito de este tipo, como se conoce por ejemplo por el documento DE10117557A1, es importante una separación completa y segura
15 entre el gas propelente que sirve de medio transportador y el combustible que llega al propulsor, porque es imprescindible que este último esté libre de inclusiones de gases ajenos durante su encendido.

Por su mayor efectividad junto a su menor peso, a ser posible, se prefieren los combustibles criogénicos a los combustibles líquidos convencionales como por ejemplo el MMH. Sin embargo, una desventaja de los combustibles criogénicos es que al contrario de los combustibles convencionales no pueden almacenarse a temperaturas ambiente. El hidrógeno líquido que también se denomina LH2, por ejemplo, pasa al estado gaseiforme a una temperatura de aproximadamente 30 K, de modo que es imprescindible un aislamiento suficiente del depósito de combustible para garantizar la aptitud para el almacenaje durante un período de tiempo suficiente. Algo similar ocurre con el oxígeno líquido (LOX) que se usa junto con el LH2 y se almacena en depósitos separados. Un aislamiento del depósito de combustible durante un almacenamiento más prolongado es necesario por las aportaciones de calor, entre otras cosas por la irradiación solar y componentes calientes como los propulsores.
20

Al contrario de un uso de combustibles no criogénicos, aptos para el almacenaje, en los combustibles criogénicos, la pared de depósito que generalmente es más caliente puede conducir a la ebullición del líquido cerca de la pared del depósito, lo que dificulta un transporte del combustible sin burbujas. Por lo tanto, especialmente el aislamiento térmico del recipiente de reserva que constituye el dispositivo de extracción para evitar la formación de gas dentro del recipiente de reserva y la realización de chapas guía dispuestas dentro del recipiente de reserva exige requisitos especiales a un depósito de este tipo. Estas chapas guía se disponen dentro del recipiente de reserva de tal forma que el líquido se posicione de forma estable en el recipiente de reserva y las burbujas de gas se vuelvan a expulsar del recipiente de reserva volviendo al depósito. Este efecto de sujeción se ve fomentado por el cambio local de la presión capilar.
30

Un problema adicional consiste en el transporte de combustible sin burbujas bajo el estado de la ingravidez. Un transporte de combustible sin burbujas se puede conseguir por ejemplo mediante una aceleración preliminar por medio de cohetes adicionales que se llevan adicionalmente. Esta aceleración preliminar conduce a la reorientación y el posicionamiento del líquido cerca del tubo de salida. El procedimiento del encendido comprende en primer lugar que se produce una fase de enfriamiento del sistema de conductos a la temperatura de funcionamiento, seguido de la fase de encendido en sí de los propulsores. En la fase de enfriamiento se transporta combustible líquido, en mayor medida frío, del depósito de combustible al sistema de conductos. También para esta fase de enfriamiento, la invención puede suministrar ilimitadamente combustible. El encendido del propulsor se produce sólo cuando después del enfriamiento a la temperatura de funcionamiento esté libre sin burbujas el sistema completo.
35

Según el documento FR2865018A1 se conoce una disposición con una disposición de aspiración que bajo condiciones estacionarias proporciona líquidos y que para su capacidad de funcionamiento depende del campo gravitacional de la tierra. Esta disposición no se puede transmitir a un transporte de combustible para un funcionamiento espacial con ingravidez ni se puede emplear para el transporte de combustible aprovechando fuerzas hidráulicas y fuerzas capilares.
40

La invención tiene el objetivo de realizar un vehículo espacial con un depósito de combustible del tipo mencionado al principio, de tal forma que al usar combustibles criogénicos, alternativamente a una aclaración preliminar, quede garantizado un transporte de combustible sin burbujas mediante el aprovechamiento de fuerzas hidrostáticas y de fuerzas capilares.
45

La invención consigue este objetivo porque como pared del depósito de combustible están dispuestas dos semicoquillas que están unidas entre ellas formando un recipiente de alojamiento toroidal, y el dispositivo de extracción está dispuesto como recipiente de reserva en la zona inferior en el lado exterior de la pared de depósito como semicoquilla, y en la semicoquilla están previstos taladros para la comunicación con el recipiente de reserva.
50

La realización del dispositivo de extracción previsto en el depósito de combustible según la invención presenta la ventaja de que es capaz de transportar combustible incluso con velocidades de rotación muy elevadas alrededor del
55

eje longitudinal del depósito de la etapa de cohete dotada de un depósito de este tipo. Así queda garantizado un transporte seguro de combustible con un comportamiento no nominal de la etapa. El dispositivo de extracción según la invención, completamente montado, puede ensayarse en un puesto de ensayo separado. Además, no se necesitan componentes adicionales dentro del depósito de combustible, más bien, el dispositivo de extracción se dispone como componente separado desde fuera en la semicoquilla exterior que forma la pared de depósito. En depósitos grandes como el depósito ESC-A LH2 del Ariane 5, estas semicoquillas habitualmente se componen de segmentos individuales, de modo que el recipiente de reserva puede introducirse de forma ajustada en uno de los segmentos antes de que se ensamblen las semicoquillas.

La renuncia a una aceleración preliminar y, por tanto, a llevar cohetes adicionales separados permite un ahorro de peso adicional y, por consiguiente, una mayor carga útil con un reencendido múltiple. El recipiente de reserva garantiza un posicionamiento estable del combustible en la salida y no limita el número de reencendidos, ni siquiera en caso de grados de llenado residual muy pequeños en el depósito. Por lo tanto, el número de posibles reencendidos depende tan sólo de la cantidad de combustible necesaria respectivamente. El depósito según la invención resulta adecuado de la misma manera tanto para guardar combustible criogénico como el LH2, como para guardar oxígeno líquido en forma de LOX.

En las formas de realización preferibles según las reivindicaciones subordinadas 2 a 4 de la invención, el dispositivo de extracción está provisto de un aislamiento y de una trampa térmica y por tanto resulta especialmente adecuado para los depósitos toroidales y depósitos con fondo intermedio que en forma similar se están empleando o se emplearán por ejemplo como depósitos de LH2 en la etapa orbital criogénica ESC-A o la ESC-B planeada del Ariane 5.

Otras formas de realización de la invención se caracterizan por las reivindicaciones subordinadas 5 a 10.

A continuación, el vehículo espacial según la invención con un depósito de combustible se describe en detalle con la ayuda de un ejemplo de realización representado en el dibujo. Muestran:

la figura 1 un detalle de un depósito de combustible LH2 con un dispositivo de extracción,

la figura 2 un dispositivo de extracción según la figura 1, visto desde arriba y en sección en la zona del adaptador de tamiz,

la figura 3 un detalle de un dispositivo de extracción según las figuras 1 y 2 en una representación tridimensional y

la figura 4 un detalle del tubo de salida dentro del dispositivo de extracción según las figuras 1 a 3, que está realizado como llamado tubo de calor.

En el depósito de combustible representado en sección parcial en la figura 1 se trata de un depósito para el alojamiento y el almacenamiento de un combustible criogénico como elemento parcial de un depósito toroidal, como el que en forma similar constituye por ejemplo la parte inferior del depósito de LH2 en la etapa orbital actual ESC-A del Ariane 5. Generalmente, los depósitos toroidales se caracterizan porque cuatro depósitos de combustible, respectivamente dos para LH2 y dos para LOX, forman juntos la forma de un toroide. Con esta realización del depósito, en el ejemplo de realización representado aquí, para cada depósito de combustible se usaría una salida separada.

El depósito de combustible representado en la figura 1 se compone de dos semicoquillas 1 y 1' que están unidos entre ellos formando un depósito de alojamiento 7 toroidal. En la zona de unión de las dos semicoquillas 1 y 1', la pared del depósito forma por tanto una curvatura muy fuerte, de modo que en el estado ingrávido, preferentemente se acumulan líquidos en esta zona. Además, en esta zona es especialmente alta la diferencia de presión capilar, de modo que se produce un efecto de bombeo en dirección a esta esquina. Por lo tanto, esta zona del depósito de combustible resulta especialmente adecuada para disponer aquí un dispositivo de extracción en forma de un recipiente de reserva 2 rellenable, como está representado en la figura 1.

Para garantizar un transporte perfecto incluso durante fases de vuelo con altas velocidades de rotación, el recipiente de reserva 2 está dispuesto desde fuera en la pared de depósito 1', de tal forma que el líquido se acumula preferentemente en dicho recipiente de reserva 2 también durante una mera solicitación en barrena. El recipiente de reserva 2 está realizado con doble pared para minimizar la aportación de calor a dicho recipiente de reserva 2, como se describe en detalle a continuación.

El combustible se aspira del recipiente de reserva 2 a través de un tamiz 3 provisto de pliegues, es decir, "plisado". El tamiz tiene tanto la función de un tamiz de suciedad, como la de una trampa de burbujas que evita en mayor medida que entre gas en el recipiente de reserva 2 desde un conducto de combustible 4 que durante largas fases balísticas está lleno de vapor. El conducto de combustible 4 se denomina también tubo de salida que según la figura 3 se encuentra fuera del recipiente de reserva2, desembocando en éste y finalizando en el adaptador de tamiz 3. El gas que ha entrado del conducto de combustible 4 al recipiente de reserva 2 se evacua al depósito de alojamiento 7

- del depósito de combustible a través de chapas 5 y 6 previstas en el recipiente de reserva 2. De esta manera queda garantizada una humectación del tamiz 3 durante fases balísticas. Para garantizar un caudal suficientemente grande por el tamiz 3, la superficie del tamiz debe ser lo más grande posible. Por esta razón, como se puede ver en la figura 2, a la derecha y la izquierda del tubo de salida 4 dentro del recipiente de reserva 2 están dispuestos dos elementos de tamiz 17 cilíndricos con sección transversal estelar, que también se califican de plisados. El tubo de salida 4 está realizado como llamado tubo de calor en su zona parcial que se extiende dentro del recipiente de reserva 2 y posee una superficie exterior provista de ranuras longitudinales. De esta forma, el calor que entra desde el tubo 4 se emite mejor al líquido. El líquido evaporado en la pared del tubo, que en la figura 4 está designado por el signo de referencia 15, se sustituye por líquido siguiente que fluye por las fuerzas capilares que actúan, de modo que la superficie se vuelve a humectar en esta zona y se evita que se seque la superficie del tubo; al mismo tiempo, por este proceso se evacua el calor del tubo 4. De esta manera se reduce la aportación de calor a lo largo del tubo 4 en dirección al adaptador de tamiz 3. Además, en la fase de enfriamiento realizada durante el reencendido en sí, el tubo ha de enfriarse en menor medida.
- 15 Para minimizar la entrada de calor residual, como se puede ver en la figura 1, el recipiente de reserva 2 está realizado con doble pared y con aislamiento por vacío. Debido a la mayor presión interior del depósito de aproximadamente 3 bares, por razones estructurales, el recipiente de reserva 2 está realizado como elemento de coquilla. Antes del despegue, para un mejor aislamiento térmico puede conectarse una bomba de vacío al fondo que puede hacerse funcionar en el fondo durante esta fase y cortarse justo antes del despegue. Dentro de la pared 8 del recipiente de reserva 2, realizada con doble pared, está previsto además un aislamiento multicapas adicional en forma de una llamada 'Multi-Layer-Insulation' (MLI) que aísla contra el calor de radiación. Además, el recipiente de reserva 2 está termoaislado adicionalmente desde fuera mediante espuma aislante 9.
- 25 Como se puede ver en la figura 3, dentro del recipiente de reserva 2, a una distancia de aproximadamente seis a ocho milímetros con respecto a la pared del recipiente de reserva, está dispuesta una chapa 6 en forma de L. Taladros en dicha chapa 6 permiten el paso por la misma. Nervios transversales 5 perpendiculares refuerzan la chapa 6 en forma de L fomentando además la expulsión de gas del recipiente de reserva 2. Según la figura 2, los nervios transversales 5 están dispuestos de forma ligeramente cónica unos respecto a otros hacia el depósito. El efecto capilar logrado de esta manera fomenta adicionalmente la expulsión de gas o de vapor del recipiente de reserva 2. En el ángulo de la chapa 6 en forma de L se encuentra el tamiz 3 plisado que a través de dos chapas finales perpendiculares y el tubo de salida 4 está unido con la chapa 6 en forma de L.
- 35 La chapa 6 está unida con la pared interior 10 del recipiente de reserva a través de distanciadores 14. Estos distanciadores 14 se encuentran a la máxima distancia posible del tamiz 3 plisado para desacoplar el tamiz 3 térmicamente mejor de la pared de depósito 1, 1' caliente. Además, los distanciadores 14 están fabricados de tal forma que garantizan un aislamiento óptimo entre la pared 8 del recipiente de reserva y la chapa 6 en forma de L.
- 40 El tamiz 3 está delimitado en una forma similar a la de una sección cilíndrica, por la pared 8 del recipiente de reserva y, por otra parte, por una chapa 11 perforada. Esto fomenta por su efecto capilar la rehumectación del tamiz 3. Las burbujas de gas originadas son expulsadas del recipiente de reserva 2 de vuelta al recipiente de alojamiento 7 del depósito de combustible, a través de la hendidura entre la pared interior 10 del recipiente de reserva y la chapa 6 en forma de L.
- 45 Los orificios 12, 13 preferentemente circulares u ovalados en la pared de depósito 1' hacia el recipiente de reserva 2 permiten un intercambio tanto de líquido como de gas entre estas dos zonas. El gas o el vapor puede volver a través de estos orificios al depósito de alojamiento 7 del depósito de combustible, y el líquido procedente del depósito de alojamiento 7 del depósito de combustible puede complementar el volumen de gas. Varios orificios 12 más grandes, cuyo diámetro corresponde aproximadamente al diámetro del tubo de salida 4 están previstos en las zonas inferior y superior del recipiente de reserva 2 y varios orificios 13 más pequeños están previstos en la parte central del recipiente de reserva 2.
- 50

REIVINDICACIONES

1. Vehículo espacial con un depósito de combustible para almacenar líquidos criogénicos para el funcionamiento del vehículo espacial y con un gas propelente que sirve de medio transportador, con al menos un dispositivo de extracción en forma de un recipiente de reserva (2) rellenable y con una separación del combustible del gas propelente por la tensión superficial y por las fuerzas hidráulicas originadas, **caracterizado porque** como pared del depósito de combustible están dispuestos dos semicoquillas (1, 1') que están unidas entre ellas formando un recipiente de alojamiento (7) toroidal, y porque el dispositivo de extracción está dispuesto como recipiente de reserva (2) en la zona inferior en el lado exterior de la pared de depósito como semicoquilla (1'), y porque en la semicoquilla (1') están previstos taladros (12, 13) para la comunicación con el recipiente de reserva (2).
2. Vehículo espacial según la reivindicación 1, caracterizado porque el recipiente de reserva (2) está realizado con doble pared y con aislamiento por vacío.
3. Vehículo espacial según la reivindicación 2, caracterizado porque, en la zona de vacío, el recipiente de reserva (2) está aislado adicionalmente por una lámina aislante multicapas.
4. Vehículo espacial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el recipiente de reserva (2) está aislado hacia fuera por medio de espuma aislante (9).
5. Vehículo espacial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque en el recipiente de reserva (2) está prevista una chapa (6) cónica que tiene aproximadamente forma de L y en cuyo ángulo está dispuesta una chapa (11) recortada a modo de un recorte de cilindro.
6. Vehículo espacial según la reivindicación 5, caracterizado porque las chapas (6, 11) están provistas de agujeros.
7. Vehículo espacial según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado porque un tamiz (3) cilíndrico y plisado está fijado a la chapa (6) en forma de L mediante placas finales a la derecha y la izquierda, y adicionalmente en la zona de un tubo de salida (4).
8. Vehículo espacial según la reivindicación 5, caracterizado porque varias chapas (5) están dispuestas cónicamente en la chapa (6) en forma de L, no presentando éstas ningún contacto con la pared de depósito (1).
9. Vehículo espacial según la reivindicación 6, caracterizado porque están previstos puntos de sujeción (14) para la fijación de las chapas (6, 11) a una distancia máxima del tamiz (3) que funciona como punto de extracción.
10. Vehículo espacial según la reivindicación 1, caracterizado porque el tubo de salida (4) está realizado como tubo de calor en su zona que se extiende por el interior del recipiente de reserva (2) y está provisto de ranuras longitudinales en su superficie exterior.

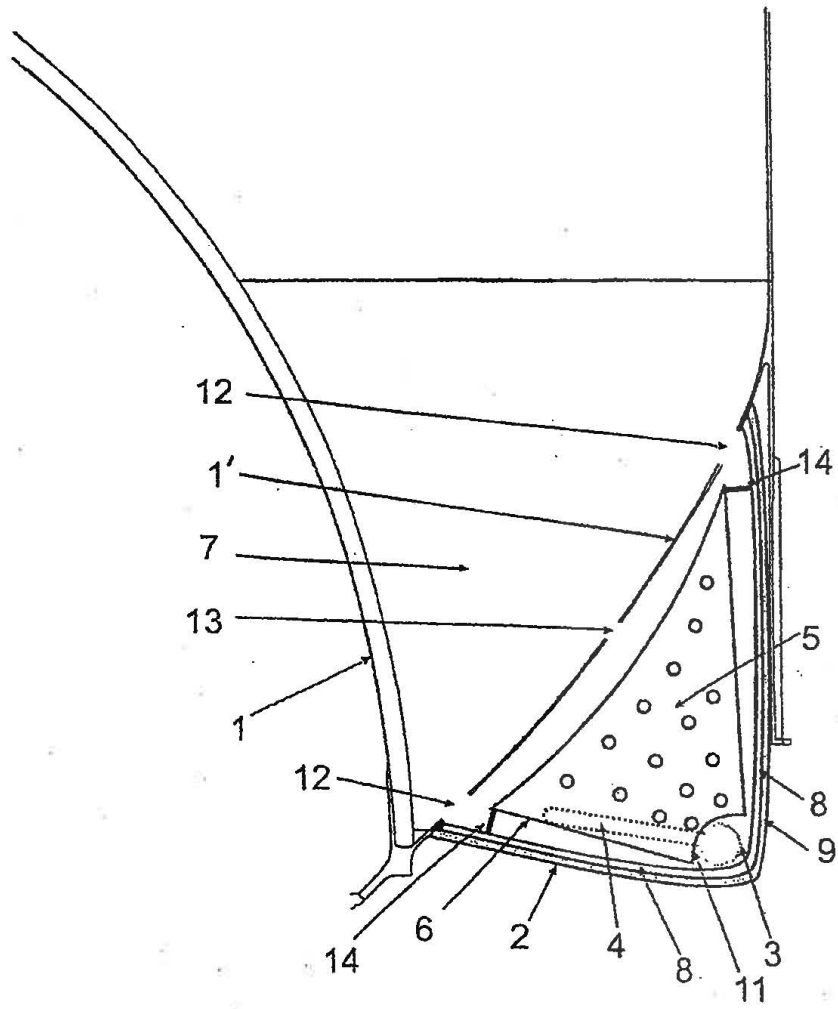


Fig. 1

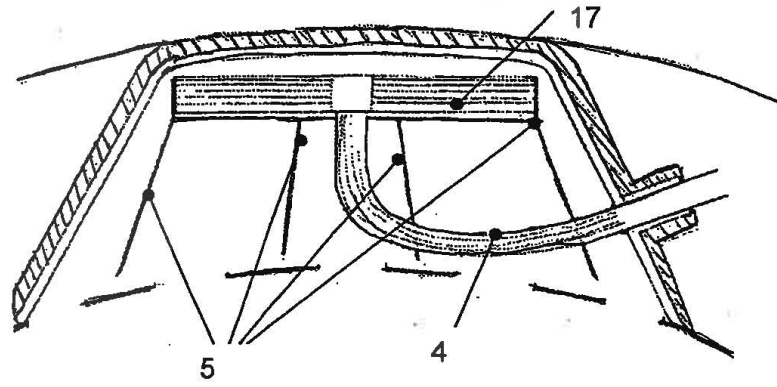


Fig. 2

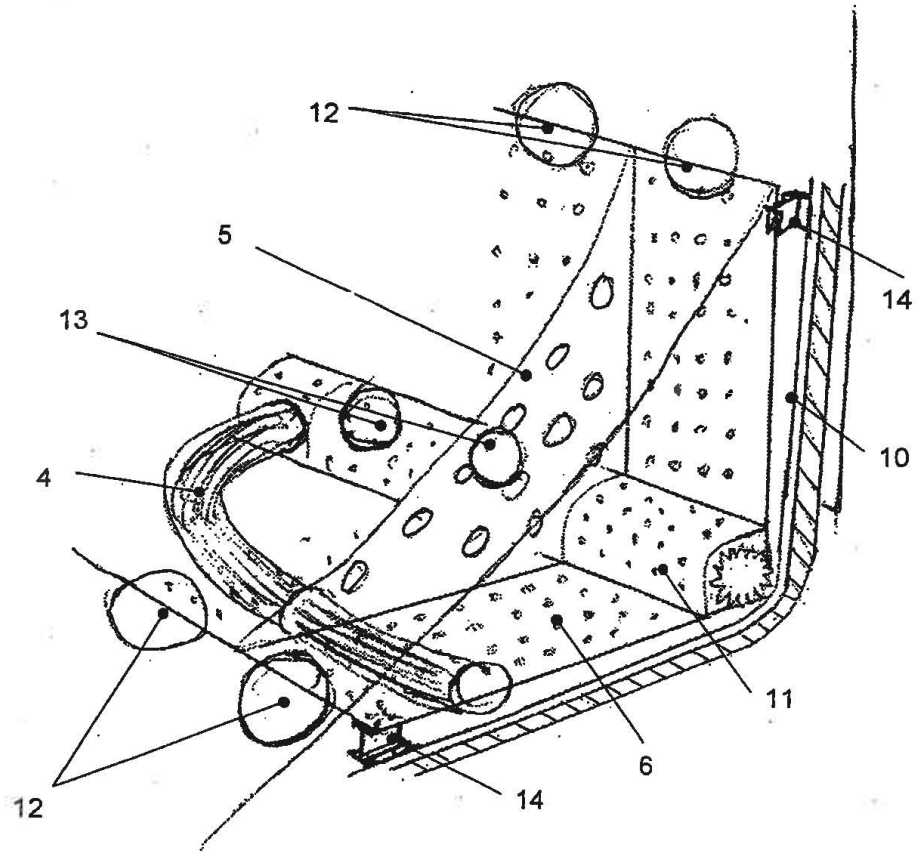


Fig. 3

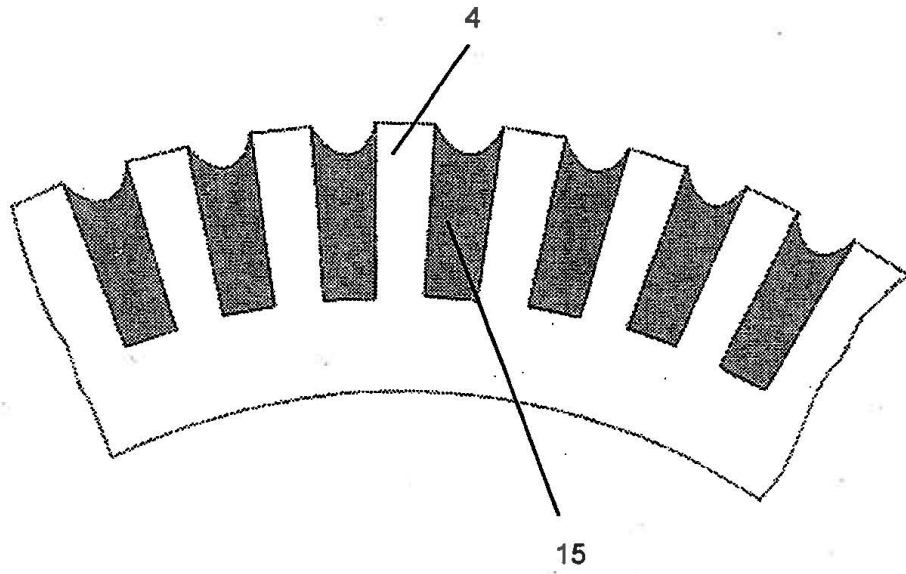


Fig. 4