

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 332**

51 Int. Cl.:

F16L 59/075 (2006.01)

F16L 59/14 (2006.01)

B64G 1/40 (2006.01)

B64G 1/58 (2006.01)

F17C 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2010 E 10305104 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2012 EP 2354622**

54 Título: **Artículo de aislamiento criogénico de cerramiento especialmente destinado a proteger depósitos criotécnicos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.03.2013

73 Titular/es:
**CRYOSPACE L'AIR LIQUIDE AEROSPATIALE
(100.0%)
Route de Verneuil
78130 Les Mureaux, FR**

72 Inventor/es:
**RUHLMANN, PASCAL y
PEYRAUD, FRANÇOIS**

74 Agente/Representante:
LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 399 332 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

Artículo de aislamiento criogénico de cerramiento especialmente destinado a proteger depósitos criotécnicos

5 **Campo técnico**

La invención se refiere en primer lugar a un artículo de aislamiento criogénico destinado a proteger especialmente depósitos sometidos a temperaturas criogénicas que contienen engoles que deben mantenerse en fase líquida minimizando las pérdidas térmicas. Se extiende a depósitos de ergol revestidos con este artículo y a los lanzadores espaciales equipados con dichos depósitos. En el conjunto del texto, la expresión "temperaturas criogénicas" debe comprenderse que designa temperaturas muy bajas, tales como las del oxígeno líquido (90 K) y el hidrógeno líquido (20 K).

15 **Estado de la técnica anterior**

Cuando se desea asegurar la protección de un depósito criogénico especialmente destinado a equipar un lanzador, es indispensable revestirlo de un material térmicamente aislante con el fin de limitar las entradas térmicas para evitar la evaporación de los ergoles líquidos que contiene. Es frecuente que este material térmicamente aislante, que está pegado o proyectado directamente sobre el depósito criotécnico, sea de espuma rígida de celdas cerradas de policloruro de vinilo, poliuretano cargado o no, de vidrio, poliisocianurato o resinas fenólicas. Dichos materiales, usados generalmente con un grosor de aproximadamente 20 a 25 mm, resultan enteramente satisfactorios en el caso de un entorno a presión ambiental (aproximadamente 100 kPa). La solicitante ha descrito ya dichos aislamientos térmicos de depósitos criotécnicos en sus solicitudes de patente FR-A-2.876.438 y EP-A-1.878.663.

25 Así pues, los aislamientos térmicos destinados a proteger los depósitos criotécnicos no están optimizados para asegurar los requisitos mecánicos y térmicos durante todas las fases de uso (espera en suelo, vuelo de ascenso, fase balística). Hay casos en que sería interesante y muy útil tener la posibilidad de disponer de aislamientos mucho mejores en cuanto al rendimiento térmico en condiciones de vacío parcial o secundario (vuelo de ascenso, fase balística), asegurando márgenes de resistencia mecánica más amplios y sin aumentar excesivamente el peso del aislamiento. Los aislamientos según la técnica anterior, cuyo rendimiento es independiente de la presión gaseosa reinante, no permiten aprovechar el vacío reinante que caracteriza ciertas fases del vuelo y no cumplen de manera óptima su función. No impiden pérdidas importantes de ergoles por evaporación, que no pueden ya servir para propulsión y se convierten en cargas inútiles.

35 Una solución consistiría en recurrir al uso de un aislamiento multilaminar (MLI). No obstante, el uso de este aislamiento tal cual conlleva requisitos significativos debidos en principio a su fragilidad. Un aislamiento de MLI no puede exponerse al exterior de un lanzador espacial, o se sometería a fuerzas aerodinámicas excesivas. En el caso de protección de un depósito criotécnico destinado a equipar la etapa superior de un lanzador, el MLI obliga de disponer el depósito aislado bajo la cofia de protección de las cargas útiles. La elección de un MLI tendría por tanto un efecto directo sobre la concepción del lanzador mismo. Además, por el hecho de la ausencia de hermeticidad del MLI, es necesaria una costosa ventilación con helio durante la fase de espera en suelo para impedir que el aire alcance el depósito de ergol líquido y provoque un criobombeo.

45 **Descripción de la invención**

La presente invención responde a estas diversas necesidades de mejora y proporciona un medio de protección térmica capaz de estabilizar la temperatura en la cara fría que delimita la zona a proteger, y esto de forma óptima durante todas las fases del vuelo (espera en suelo, vuelo de ascenso, fase balística), evitando inaceptables aumentos de masa que penalizan al lanzador en términos de carga útil.

50 Asegura rendimientos funcionales muy altos. Dedicada más especialmente al campo aeronáutico y espacial, puede emplearse igualmente en cualquier otro sector industrial en el que se utilicen protecciones térmicas.

55 Se va a describir en el caso de aislamiento de un depósito criotécnico de una nave espacial, que tiene una estructura metálica de paredes finas a la temperatura del ergol que contiene, con respecto a la temperatura ambiente.

60 El artículo de aislamiento de la invención está basado en la combinación de un sustrato de aislamiento depositado (según una de varias técnicas) sobre la estructura a aislar, frecuentemente la pared metálica de los depósitos, y una capa aislante superior característica de la invención, construida en forma de un cerramiento rígido dotado de cavidades abiertas hacia el sustrato. Esta combinación tiene la ventaja de ofrecer una ganancia de rendimiento térmico considerable con respecto a las construcciones de la técnica anterior y con una densidad global equivalente. La capa aislante superior, construida según las reivindicaciones, tiene el doble efecto de proteger el sustrato de las condiciones termomecánicas existentes en el exterior de un lanzador durante las fases de vuelo y de permitir el acondicionamiento del sustrato mediante la circulación de un gas dentro de sus cavidades, de forma que se mantenga una sobrepresión con respecto al exterior durante la espera en suelo, lo que evita la entrada de aire en el

sustrato susceptible de producir un criobombeo; al contrario que en ciertas concepciones (tales como del documento FR-A-2.055.577) en que se hace circular un fluido tal como un gas licuado por los conductos para perfeccionar un artículo de aislamiento mediante una refrigeración posterior a la circulación forzada de este líquido, que no deja los conductos ni entra en las cavidades.

5 Los beneficios aportados por la invención son mayores en el caso en que el sustrato comprenda una capa de un material de celdas cerradas, un aislamiento multilaminar y más aún una combinación de estos dos aislamientos. Las cavidades, que se vacían durante el vuelo, permiten solo intercambios térmicos muy limitados, lo que permite reducir en gran medida el grosor de la capa de material de celdas cerradas. El aislamiento multilaminar es
10 aproximadamente tan eficaz cuando está recubierto por el cerramiento, al estar protegido por él. Además, el uso de un sustrato de material de celdas cerradas, que introduce una primera barrera térmica entre las cavidades y el depósito que constituye la fuente fría, permite efectuar un acondicionamiento de las cavidades con nitrógeno mejor que helio según conceptos conocidos, ya que el exterior del sustrato se enfría menos que cuando se recubre solamente con una capa de MLI, de modo que se puede emplear un gas a una temperatura de licuefacción más
15 elevada, pero que es bastante menos costoso.

Para una nave espacial, las ganancias de rendimiento térmico se manifiestan durante las fases de vuelo de ascenso y balística. La masa de ergol evaporada en los depósitos, que se convierte en no consumible, se reduce así considerablemente durante estas fases. Esto se traduce en una ganancia importante de la carga útil.

20 **Exposición detallada de modos de realización particulares**

El artículo de aislamiento según la invención se representa en la figura única.

25 Puede aplicarse a un depósito criotécnico destinado a equipar la etapa superior de un lanzador de tipo Ariane 5.

Este artículo de aislamiento térmico comprende en primer lugar una capa de sustrato 1 de espuma rígida de celdas cerradas de polieterimida (PEI) y un aislamiento multilaminar 2 constituido por pantallas radiantes de Mylar
30 aluminizado y espaciadores de Dacron. Se deposita la capa de sustrato 1 sobre la estructura 3 a aislar mediante proyección directa o pegado, y se deposita la capa de aislamiento multilaminar 2 sobre la capa de sustrato 1. Se recuerda que esta aplicación no debe considerarse en ningún caso como limitante del alcance de la invención. Efectivamente, la invención puede utilizarse en todos los casos en que se proceda de manera idéntica para aislar una estructura sometida a temperaturas criogénicas con el objeto de mejorar los rendimientos térmicos y de reducir la masa del complejo aislante así obtenido.

35 En este ejemplo, la espuma de polieterimida de la capa de sustrato 1 es conocida con la denominación R82, disponible en la compañía Airex. Esta espuma de celdas cerradas se caracteriza por una masa volumétrica de 60 kg/m³ y una conductividad térmica de 0,036 W/m.K a una temperatura de 293 K (cualquiera que sea la presión externa).

40 En el mismo ejemplo, el aislamiento multilaminar 2 está disponible en la compañía Austrian Aerospace. Este aislamiento se caracteriza por una masa superficial de 150 g/m² y una emisividad eficaz de 0,0039 a una temperatura media de 188 K y para una presión de 10⁻⁶ kPa.

45 El artículo de aislamiento de la invención comprende también una capa superior 4 realizada en forma de cerramiento. Es también de material de celdas cerradas, eventualmente el mismo que la capa de sustrato 1. Engloba las cavidades 5 aisladas del exterior, pero que se abren hacia el aislamiento multilaminar 2. Las cavidades 5 están
50 atravesadas por conductos 6 de circulación de gas que distribuyen el contenido de una alimentación de nitrógeno 7 mediante boquillas 8 a una presión ligeramente superior a la ambiental. El uso de un equipo físico para asegurar la ventilación no es sin embargo necesaria: podría ser suficiente con introducir el gas de acondicionamiento a través de los orificios que aseguran la comunicación entre las cavidades 5 y cualquier otra cavidad llena de nitrógeno. La circulación de gas puede facilitarse más mediante las aberturas grandes 9 perforadas en los tabiques 10 que separan las cavidades 5 y que aseguran la estabilidad mecánica del conjunto. Las cavidades 5 son de grandes
55 dimensiones de forma que cubran la mayor parte del aislamiento multilaminar 2 y que limiten los puntos térmicos a través de los tabiques 10.

Con el fin de comprender mejor todo el interés que presenta este ejemplos ilustrativo, se va a comparar ahora el aislamiento térmico utilizado actualmente sobre la parte cilíndrica del depósito criotécnico de hidrógeno de la etapa superior del lanzador Ariane 5 (geometría ESC-B). Esta protección térmica está constituida por espuma conocida
60 con la denominación Cryosof, idéntica a la descrita anteriormente, y realizada con un grosor de 40 mm.

Las dos fases de vuelo que dimensionan este tipo de aislamiento son el vuelo de ascenso y la fase balística. Los criterios de comparación serán el flujo térmico medio que entra en el depósito durante el vuelo de ascenso y la masa de ergol evaporada (y por tanto no consumible) durante la fase balística. El estudio se limita a la parte cilíndrica del
65 depósito.

En el ejemplo presentado, se eligen para ilustrar al invención grosores de espuma (capa 5 del sustrato 1 y capa superior 4) que permitan respetar las especificaciones térmicas y mecánicas de tipo Ariane 5. Con estas configuraciones, se obtienen las comparativas que se dan en la tabla I siguiente:

5 Tabla I

Configuración	Aislamiento de masa (kg)	Flujo medio de entrada en el vuelo de ascenso (W/m²)	Masa de ergol evaporada en la fase balística (kg)
Monocapa de Cryosof	108,3	193,5	311
Invención	111,9	35,9	53

La tabla I destaca las ganancias significativas aportadas por la invención. Con una protección térmica cuya masa es equivalente (+3,3%), se reduce el flujo en el vuelo de ascenso más de un 81% y la masa de ergol evaporada durante la fase balística un 83%.

10

La ganancia en términos de carga útil, para un depósito de hidrógeno de etapa superior cuya superficie cilíndrica aislada sea de aproximadamente 45 m², montado sobre un lanzador de tipo Ariane 5, es de varios centenares de kilogramos (según la misión y el tipo de depósito).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Artículo de aislamiento que comprende un sustrato que se deposita sobre una estructura (3) a aislar, y una capa aislante superior (4) en cerramiento rígido depositada sobre el sustrato (1, 2), dotada de cavidades (5) abiertas hacia el sustrato, caracterizado porque la capa aislante superior está perforada bien por conductos de distribución en las cavidades o bien por orificios, asegurando los conductos u orificios la comunicación entre las cavidades y bien una alimentación de gas o bien otra cavidad rellena de gas.
- 10 2. Artículo de aislamiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los conductos (6) que atraviesan las cavidades (5) y distribuyen el gas.
3. Artículo de aislamiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la alimentación (7) es una alimentación de nitrógeno (7) a presión.
- 15 4. Artículo de aislamiento según la reivindicación 1 a 3, caracterizado porque el sustrato comprende una capa (1) de espuma de celdas cerradas.
- 20 5. Artículo de aislamiento según la reivindicación 4, caracterizado porque el sustrato comprende un aislamiento multilaminar (2) sobre la capa (1) de espuma de celdas cerradas.
6. Artículo de aislamiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la capa aislante superior (4) es de espuma de celdas cerradas.
- 25 7. Depósito de ergol, caracterizado porque está revestido por un artículo de aislamiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
8. Lanzador espacial, caracterizado porque comprende un depósito de ergol según la reivindicación 7.

