

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 006 583**

51 Int. Cl.:

B32B 3/06	(2006.01)	B32B 5/02	(2006.01)
B32B 3/10	(2006.01)		
B32B 3/12	(2006.01)		
B32B 5/26	(2006.01)		
B32B 9/02	(2006.01)		
B32B 9/04	(2006.01)		
B32B 27/12	(2006.01)		
B32B 27/28	(2006.01)		
B32B 27/30	(2006.01)		
B32B 27/36	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2019** **E 19383000 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2025** **EP 3822072**

54 Título: **Producto ignífugo y de aislamiento térmico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2025

73 Titular/es:

AIRBUS OPERATIONS, S.L. (100.00%)
Paseo John Lennon s/n Edificio A4 2º Planta,
A4C2P028
28906 Getafe, ES

72 Inventor/es:

VAZQUEZ DE CASTRO, JESUS JAVIER;
HERNAIZ LOPEZ, GUILLERMO;
ARANA HIDALGO, ALBERTO;
BUTRAGUEÑO MARTINEZ, ASUNCION;
BALLESTERO MENDEZ, JORGE;
INIESTA LOZANO, FERNANDO;
VAZQUEZ SANCHEZ, PABLO y
KEMPF, MANUEL

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 006 583 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

Producto ignífugo y de aislamiento térmico

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un producto que proporciona a las estructuras y sistemas asociados protección contra las consecuencias de un evento de incendio, particularmente la penetración de llamas, y que además proporciona capacidad de aislamiento térmico. La invención es particularmente aplicable en diferentes partes de aeronaves y helicópteros.

Antecedentes de la invención

Muchas partes de la aeronave están sometidas a eventos de incendio, y para asegurar el funcionamiento normal de la aeronave, la estructura y los sistemas asociados tienen que estar protegidos contra las consecuencias de los eventos de incendio.

Con este fin, se han probado e instalado diversos materiales y soluciones para prevenir las consecuencias de los eventos de incendio. En función de la aplicación, es necesario resolver dos efectos principales: la penetración de las llamas y el aislamiento térmico.

El problema de la penetración de las llamas debe resolverse manteniendo el fuego encerrado en el área designada. Por otro lado, la capacidad de aislamiento térmico puede permitir el uso de una amplia gama de materiales para las aplicaciones estructurales que tienen menos requisitos de temperatura de desacoplamiento.

La solución del estado de la técnica más usada son las mantas térmicas, fabricadas principalmente de laminados cerámicos o de silicona con lámina de aluminio. Son una solución eficaz para la penetración de las llamas y el aislamiento térmico, pero también son caras y pesadas.

Los aislamientos de mantas térmicas pueden presentar algunos problemas para ser introducidos en aplicaciones estructurales debido a su falta de rigidez. Debido a ello, podrían colapsar durante el proceso de fabricación o montaje, lo que provocaría una pérdida de su eficacia.

Otra solución del estado de la técnica se basa en materiales que actúan contra un evento de incendio creando una capa porosa de material carbonizado, impidiendo la penetración de las llamas y proporcionando aislamiento. Esta opción es relevante en muchas aplicaciones debido a su rendimiento; sin embargo, las estructuras sometidas a vibraciones no pueden implementar esta solución debido a la pérdida de protección en las condiciones de operación.

En otra solución del estado de la técnica, se añaden o usan materiales como el titanio, el acero o el Inconel, que presentan una mayor capacidad de resistencia al fuego/ignífuga, en lugar de los materiales convencionales usados habitualmente para piezas estructurales tales como el aluminio, los materiales compuestos (CFRP, GFRP, etc.), para superar el problema de la penetración del fuego. Un ejemplo de esto se puede apreciar en la APU de una aeronave, que puede ser rodeada por un cortafuegos de titanio para evitar que el aluminio (que actúa como material estructural) sea dañado, y dejando que el fuego salga del cono de cola en un evento de incendio.

El documento de patente GB2568688A desvela un producto ignífugo y de aislamiento térmico que tiene la estructura: hoja de papel de mica/capa de material para forro/capa de núcleo/capa de material para forro, hoja de papel de mica, donde el núcleo es AES y la capa de material para forro es una tela de vidrio impregnada en un aglutinante de resina. Puede proporcionarse una capa protectora para cubrir la totalidad del laminado. Los materiales adecuados pueden comprender láminas poliméricas laminadas en caliente al laminado.

Sumario de la invención

El objeto de la presente invención es proporcionar un producto que sea ignífugo y que además tenga una buena capacidad de aislamiento térmico, lo que permite evitar altas temperaturas en la estructura alrededor de la fuente de incendio que podrían dañar dicha estructura.

La invención proporciona un producto ignífugo y de aislamiento térmico que comprende una combinación de materiales de:

- material de silicato alcalinotérreo (AES), y
- una película de barrera líquida, una capa de FRP (plástico de refuerzo de fibra) y corcho,

en donde la película de barrera líquida y la capa de FRP están apiladas sobre el material de AES,

y en donde el material de corcho también está apilado sobre el material de AES o incrustado en dicho material de

AES, y donde, en este último caso en el que el corcho está incrustado en el material de AES, el corcho está configurado como una pluralidad de tiras que realizan una estructura de rejilla rellena del material de AES.

La invención proporciona las siguientes ventajas:

- Menor coste que las soluciones del estado de la técnica.
- Material de baja densidad usado, lo que permite reducción de peso y soluciones más ligeras que las del estado de la técnica.
- Capacidad ignífuga y de aislamiento térmico garantizada mediante ensayo.
- Respetuoso con el medio ambiente.
- Integración en paneles estructurales con posible reducción de costes, a la vez que se evita el problema del colapso del material de aislamiento durante el proceso de fabricación y/o montaje.
- Permiten el uso de materiales estructurales en áreas designadas como zonas de incendio con capacidad limitada de resistencia a altas temperaturas, gracias al desacoplamiento de los requisitos térmicos y estructurales.

Otras características y ventajas de la presente invención quedarán claras a partir de la siguiente descripción detallada de varias realizaciones ilustrativas de su objeto en relación con las figuras adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra una vista esquemática de un producto ignífugo y de aislamiento térmico, según una primera realización preferida de la invención.

La Figura 2 muestra una vista esquemática del comportamiento térmico del corcho.

La Figura 3 muestra una vista esquemática de un producto ignífugo y de aislamiento térmico, no perteneciente a la invención.

Las Figuras 4a-4c muestran una vista esquemática de un producto ignífugo y de aislamiento térmico, según diferentes realizaciones preferidas de la invención. La Figura 4a muestra una vista superior. La Figura 4b muestra una vista en sección transversal del producto ignífugo y de aislamiento térmico según una tercera realización preferida de la invención. La Figura 4c muestra una vista en sección transversal del producto ignífugo y de aislamiento térmico según una cuarta realización preferida de la invención.

La Figura 5a muestra una aeronave que tiene un compartimento de APU en su extremo trasero, en el que al menos un cortafuegos incluye el producto ignífugo y de aislamiento térmico de la invención. La Figura 5b muestra una vista detallada del compartimento de APU.

Las Figuras 6a y 6b muestran respectivamente un cortafuegos frontal de un compartimento de APU.

La Figura 7a muestra una vista en despiece ordenado de una batería y su carcasa. La Figura 7b muestra una vista en perspectiva del elemento principal de la carcasa.

La Figura 8 muestra una cubierta de motor para un helicóptero que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico de la invención.

La Figura 9 muestra un compartimento de motor de helicóptero que tiene una pared central que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico de la invención.

Descripción detallada de la invención

Es importante tener en cuenta que el concepto "ignífugo" está definido por normativas aeronáuticas tales como:

- FAR/JAR 25.1191: Firewalls-Definition.
- FAR/JAR 25.865: Fire Protection Of Flight Controls, Engine Mounts And Other Flight Structures.

La Figura 1 muestra una primera configuración preferida del producto ignífugo y de aislamiento térmico 1 de la invención que comprende una pila de capas que incluye una capa de corcho 3, y una capa de material de silicato de aluminotérreo (AES) 2 en el lado del producto 1 destinado a hacer frente al fuego. La capa de AES 2 actúa principalmente como barrera ignífuga, y en un segundo nivel como aislante térmico, mientras que la capa de corcho 3 actúa como aislante térmico.

Las capas de AES y corcho 2, 3 necesitan incorporar una protección contra fluidos agresivos, principalmente para el AES 2. Para ello, un par de películas de barrera a los líquidos 5, y un par de capas de FRP (plástico de refuerzo de fibra) 4 se colocan a ambos lados del producto 1. El par de capas de FRP 4 están destinadas a realizar la

adherencia al AES y al corcho.

Preferiblemente, la película de barrera a los líquidos 5 es una película de PVF (poli(fluoruro de vinilo)) o un material similar (PEEK, PDVF, PET...). Y preferiblemente, la capa de FRP 4 es una capa de GFRP.

La realización mostrada en la Figura 1 es una buena solución para protecciones no estructurales que podrían colocarse en muchas zonas como complementos sobre una estructura para protegerla del fuego y la temperatura.

Además del aislamiento térmico por baja conductividad térmica del propio material de corcho, este material presenta las siguientes características importantes para esta aplicación específica. Como se muestra en la Figura 2, la (micro)estructura de células cerradas actúa como barrera eficaz contra los gases calientes del fuego y su degradación bajo un fuerte impacto térmico produce una capa de carbonización térmicamente aislante adicional en la superficie dirigida hacia el fuego / fuente de calor. Se considera que los gases de pirólisis también proporcionan algunos efectos aislantes.

La Figura 3 muestra una segunda configuración de un producto ignífugo y de aislamiento térmico 1 no perteneciente a la invención que comprende una pila de capas que incluye una capa de material de silicato alcalinotérreo (AES) 2, un par de capas de FRP (plástico de refuerzo de fibra) 4 a ambos lados del AES 2, y un par de películas de barrera a los líquidos 5 a ambos lados de las capas de FRP 4. En esta segunda configuración preferida, la capa (o varias capas) de AES actúa como barrera ignífuga y solución de aislamiento térmico.

De forma similar a la realización de la Figura 1, esta segunda configuración parece una buena solución para protecciones no estructurales que podrían colocarse en muchas zonas como añadidos sobre la estructura para protegerla del fuego y la temperatura.

Las Figuras 4a-4c muestran otras realizaciones preferidas del producto ignífugo y de aislamiento térmico 1. En estas realizaciones, el producto 1 comprende una pila de capas que incluye una capa formada por AES 2 y corcho 3, el corcho 3 configurado como una pluralidad de tiras que realizan una estructura de rejilla (celosía) rellena con el material de AES 2. Esto se muestra esquemáticamente en la Figura 4a.

Esta opción se introduce como una protección más rígida que podría colocarse sobre una estructura o incluirse dentro de un laminado estructural que actúe como núcleo de un panel sándwich. Además, en este caso, el corcho actúa como una estructura rígida que impide el colapso del material aislante durante el curado en el autoclave debido a la alta presión ejercida.

La Figura 4b muestra una tercera configuración preferida en la que la capa formada por una celosía de corcho 3 relleno de AES 2 comprende además una capa adicional de AES 2 depositada sobre la capa formada por AES+corcho, un par de capas de FRP (plástico de refuerzo de fibra) 4 a ambos lados de la capa de AES+corcho y la capa adicional de AES 2, y un par de películas de barrera a los líquidos 5 a ambos lados de las capas FRP 4. En esta tercera configuración preferida, la capa o varias capas de AES actúan como barrera ignífuga y solución de aislamiento térmico. Preferiblemente, la capa de FRP 4 es una capa de GFRP.

La Figura 4c muestra una cuarta configuración preferida en la que la capa formada por una celosía de corcho 3 relleno de AES 2 comprende además un par de capas de FRP (plástico reforzado con fibras) 4 a ambos lados de la capa formada por AES+corcho, y un par de películas de barrera líquida 5 a ambos lados de las capas de FRP 4. En esta cuarta configuración preferida, la capa de FRP actúa como barrera ignífuga y solución de aislamiento térmico. Esta cuarta configuración es muy prometedora para la integración directa como parte de una estructura compuesta. Preferiblemente, la capa de FRP 4 es una capa de CFRP.

La primera realización preferida (Figura 1) se ha probado mediante un ensayo de bunsen. La muestra de ensayo tenía una capa de 2 mm de AES 2 y una capa de 8 mm de corcho 3, y se aplicaron las siguientes condiciones:

- Impacto directo de la llama durante 15 min.
- Llama calibrada de 1100 °C.
- No se aplicó carga ni vibración.
- Protección contra fluidos de GFRP y PVF cubriendo ambas capas.

El resultado después de los 15 minutos requeridos con la llama de 1100 °C, fue que, no sólo NO hay paso de la llama, sino que la temperatura medida en la parte trasera de la probeta fue de 220 °C.

La tercera realización preferida (Figura 4b) ha sido probada cumpliendo la normativa FAR/JAR 25 relativa a cortafuegos, FAR/JAR25.1191 y FAR/JAR25.865, es decir:

- Impacto directo de la llama durante 15 min.
- Llama calibrada de 1100 °C a una distancia de 100 mm del espécimen.
- Flujo de calor calibrado.

- Espécimen bajo vibración de 50 Hz (reducida a 16,6 Hz después de 5 min).
- Sin carga aplicada.
- Protección contra fluidos de GFRP y PVF cubriendo el núcleo relleno.

5 El resultado después de los 15 minutos requeridos con la llama de 1100 °C, fue que, no sólo NO hay paso de la llama, sino que la temperatura medida en la parte trasera de la probeta fue de 240 °C con picos de aproximadamente 300 °C en los puntos calientes de los pasadores.

10 Según otro aspecto, la invención también se refiere a una pieza compuesta (pieza no estructural) que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico como los mostrados en la primera o en la segunda realización preferida. En estos casos, el producto se une a la pieza mediante pasadores, mediante una unión, o mediante una conexión de tipo Velcro. En el caso de que la unión sea mediante pasadores, será preferible el uso de arandelas, que se montarán creando una cámara de aire entre la pieza y el producto.

15 Según otra realización preferida, la parte compuesta (parte estructural) comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico, como los mostrados en la tercera o en la cuarta realización preferida. En estos casos, el producto 1 se une o cura conjuntamente a la pieza.

A continuación, una lista de posibles realizaciones de la invención propuesta:

- 20 • Cortafuegos del extremo trasero de una aeronave:
- Restricción de tamaño: Protección ignífuga y térmica
 - Modificación: Sustituir el actual cortafuegos de titanio por una nueva protección basada en las soluciones propuestas, preferiblemente la primera o la segunda realización preferida.
 - Beneficios: Mejora de la seguridad, reducción de RC. En caso de incendio, ni las llamas ni el calor afectarán a la estructura del extremo trasero de la aeronave, por lo que no habrá necesidad de sustituirla tras un evento de incendio.

30 Según otro aspecto, la invención también se refiere a un extremo trasero de una aeronave 6, que comprende un compartimento de APU 7 aislado por al menos un cortafuegos 8, 9, 10, 11 que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico 1. La Figura 5a muestra una aeronave 6 que tiene un compartimento de APU 7 en su extremo trasero. La Figura 5b muestra una vista detallada del compartimento de APU 7 y la mayoría de sus paredes: el cortafuegos frontal 8, el cortafuegos lateral 9, el cortafuegos trasero 10 y el cortafuegos superior 11, en donde al menos una de sus paredes incluye el producto ignífugo y de aislamiento térmico 1.

- 35 • Cortafuegos delantero del extremo trasero de una aeronave:
- Restricción de tamaño: Protección ignífuga y térmica
 - Modificación: Sustituir el actual cortafuegos de titanio y larguerillos de aluminio por una nueva protección basada en las soluciones propuestas, preferentemente tercera o cuarta realización preferida.
 - Beneficios: Mejora de la seguridad, reducción de RC. En caso de incendio, ni las llamas ni el calor afectarán a la estructura del cortafuegos, por lo que no habrá necesidad de sustituirla tras un evento de incendio.

45 Según otro aspecto, la invención también se refiere a un cortafuegos frontal 8 que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico 1. Las Figuras 6a y 6b muestran un cortafuegos frontal 8 de un compartimento de APU. La Figura 6b muestra los larguerillos 13 que pueden ser sustituidos por la invención propuesta.

- 50 • Carcasa de la batería:
- Restricción de tamaño: Protección térmica
 - Modificación: Sustituir la actual carcasa metálica por una de material compuesto basada en la solución propuesta.
 - Beneficios: Mejora de la seguridad, reducción de RC, reducción de peso.

55 Según otro aspecto, la invención también se refiere a una carcasa de batería 14 que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico 1. La Figura 7a muestra una vista en despiece ordenado de una batería y su carcasa. La Figura 7b muestra una vista en perspectiva del elemento principal de la carcasa.

- 60 • Conducto ignífugo de material compuesto:
- Restricción de tamaño: Protección térmica
 - Modificación: Sustituir los actuales conductos de titanio por otros de material compuesto basados en la solución propuesta, preferiblemente la 3.ª opción.
 - Beneficios: Mejora de la seguridad, reducción de RC.

Según otro aspecto, la invención también se refiere a un conducto que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico 1.

• Cubierta de motor de helicóptero:

- 5
- Restricción de tamaño: Estructura primaria, protección térmica.
 - Modificación: Sustituir la actual piel y larguerillos de titanio por un sándwich de material compuesto con protección ignífuga y térmica integrada.
 - Beneficios: Ahorro de peso al permitir un diseño de una cubierta de motor de material compuesto de CFRP, sin desajuste del coeficiente de expansión térmica entre la cubierta del motor y el fuselaje de material compuesto de CFRP.
- 10

Según otro aspecto, la invención también se refiere a una cubierta de motor de helicóptero 15 que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico 1. La Figura 8 muestra una cubierta de motor 15 que incluye una piel de titanio, larguerillos, grapas y refuerzos, sobre un armazón 16 generalmente fabricado de aluminio.

• Cortafuegos central del compartimento del motor de un helicóptero:

- 20
- Restricción de tamaño: Panel rígido, protección térmica
 - Modificación: Sustituir la actual piel de titanio rígida por un sándwich de material compuesto con protección térmica y contra incendios integrada.
 - Beneficios: Menos mantenimiento y reparaciones, mayor valor para el cliente.

25

Según otro aspecto, la invención también se refiere a un helicóptero que tiene un compartimento de motor que incluye un cortafuegos central 17 que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico 1. La Figura 9 muestra un compartimento de motor de helicóptero que tiene una pared central 17 que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico 1.

30

Aunque la presente invención se ha descrito completamente en relación con realizaciones preferidas, es evidente que pueden introducirse modificaciones dentro del alcance de la misma, no considerándose ésta limitada por estas realizaciones, sino por el contenido de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Producto ignífugo y de aislamiento térmico (1), que comprende la combinación de:

- 5 - material de silicato alcalinotérreo (AES) (2),
 - una película de barrera a los líquidos (5),
 - una capa de FRP (Plástico reforzado con fibras) (4), y
 - corcho (3),
 - en donde la película de barrera a los líquidos (5) y la capa de FRP (4) están apiladas sobre el material de AES (2),
10 - y en donde el material de corcho (3) también está apilado al material AES (2) o incorporado en dicho material de AES (2), estando el corcho (3) configurado como una pluralidad de tiras que realizan una estructura de rejilla rellena de material AES (2).
- 15 2. Producto ignífugo y de aislamiento térmico (1), según la reivindicación 1, en donde la película de barrera a los líquidos (5) es una lámina termoplástica, y preferentemente una película de PVF (poli(fluoruro de vinilo)), una película de PEEK, una película de PDVF o una película de PET.
- 20 3. Producto ignífugo y de aislamiento térmico (1), según cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde la capa de FRP (4) es una capa de GFRP (plástico de refuerzo de fibra de vidrio) o una capa de CFRP (plástico de refuerzo de fibra de carbono).
- 25 4. Producto ignífugo y de aislamiento térmico (1), según cualquiera de las reivindicaciones previas, que comprende además una capa adhesiva (6) para unir la película de barrera a los líquidos (5) al material de AES (2).
- 30 5. Producto ignífugo y de aislamiento térmico (1), según cualquiera de las reivindicaciones previas, que comprende una pila de capas formada por una primera capa de corcho (3), una segunda capa de AES (2) y al menos una capa de FRP (4) que encierra por un lado la pila formada por la primera y segunda capas (3, 2).
- 35 6. Producto ignífugo y de aislamiento térmico (1), según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende una pila de capas formada por una primera capa de corcho (3) incorporada en el material de AES (2), y al menos una capa de material de AES (2) o FRP (4) sobre dicha capa de corcho y AES para reforzar la capacidad ignífuga del producto (1).
- 40 7. Producto ignífugo y de aislamiento térmico (1), según la reivindicación 6, que comprende además una película de barrera a los líquidos (5) y/o una capa de FRP (plástico reforzado con fibra) (4) al menos en un lado del producto (1).
- 45 8. Una pieza de material compuesto que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el producto (1) está unido a la pieza mediante pasadores, y preferentemente mediante arandelas montadas creando una cámara de aire entre la pieza y el producto (1),
 mediante una unión, o mediante una conexión de tipo Velcro.
- 50 9. Una pieza de material compuesto que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 6-7, en donde el producto (1) está unido o curado conjuntamente a la pieza.
- 55 10. Un extremo trasero de una aeronave (6), que comprende un compartimento de APU (7) aislado por al menos un cortafuegos (8, 9, 10, 11) que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-7.
- 60 11. Un extremo trasero de una aeronave (6), que comprende un compartimento de APU (7) que tiene al menos un cortafuegos frontal (8) que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 6-7.
12. Un conducto que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 6-7.
13. Una carcasa de batería (14) que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-7.
14. Un helicóptero que tiene una cubierta de motor (15) que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-7.
15. Un helicóptero que tiene un compartimento de motor que incluye un cortafuegos central (17) que comprende el producto ignífugo y de aislamiento térmico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-7.

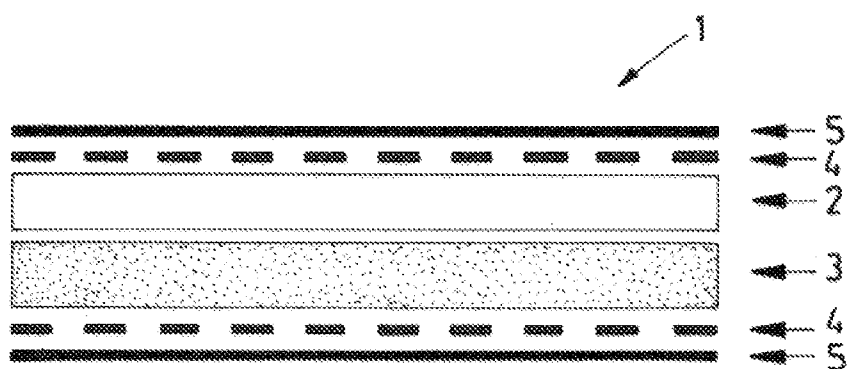


FIG.1

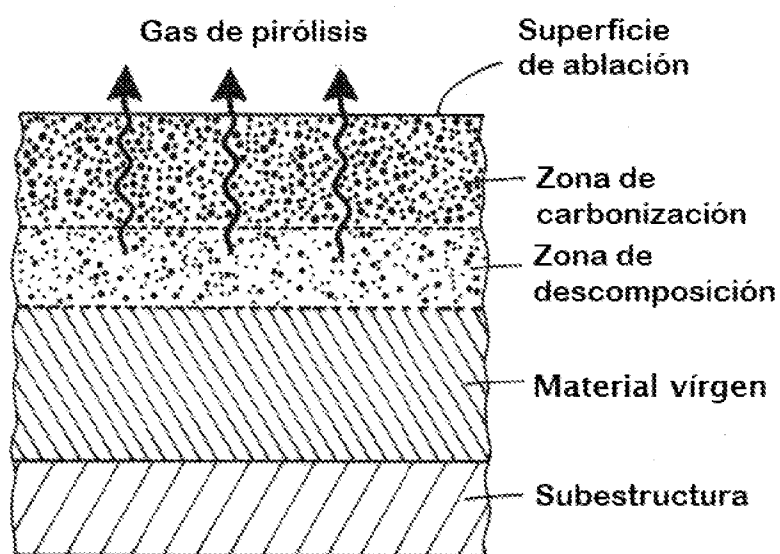


FIG.2

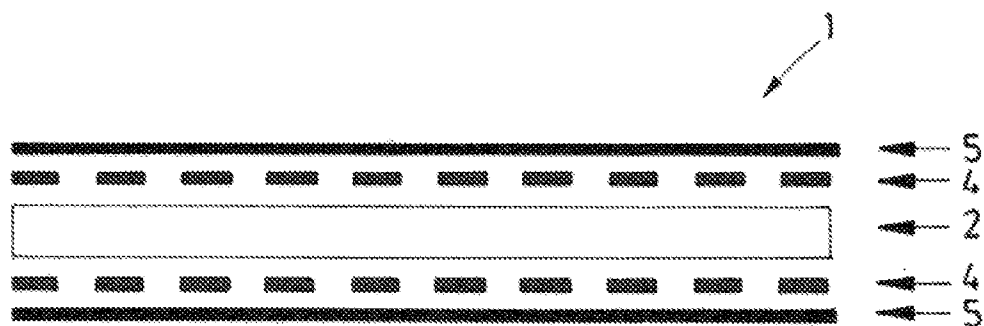


FIG.3

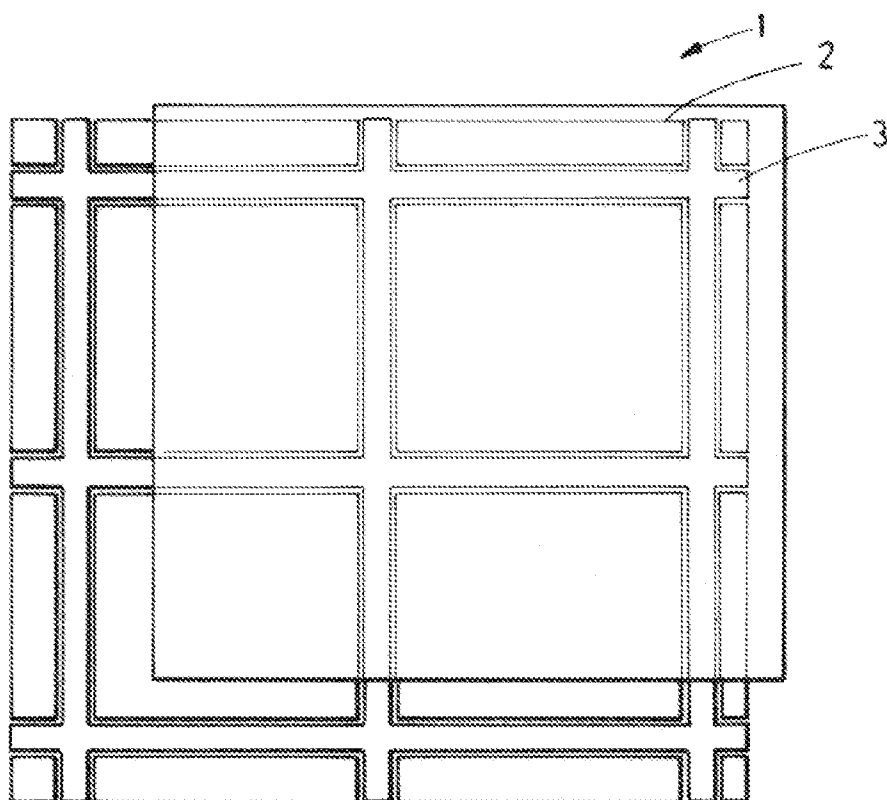


FIG. 4a

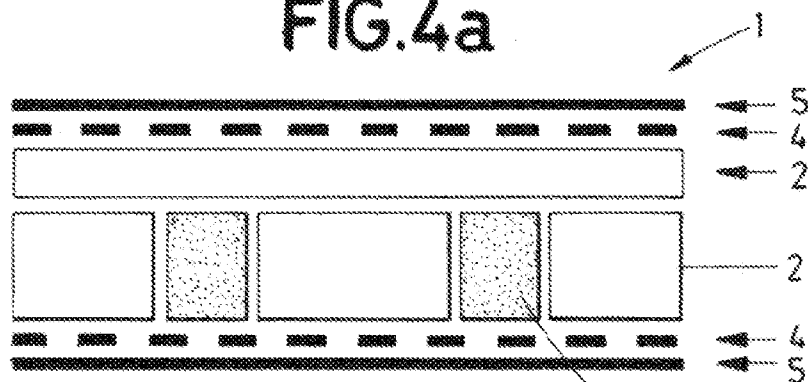


FIG. 4b

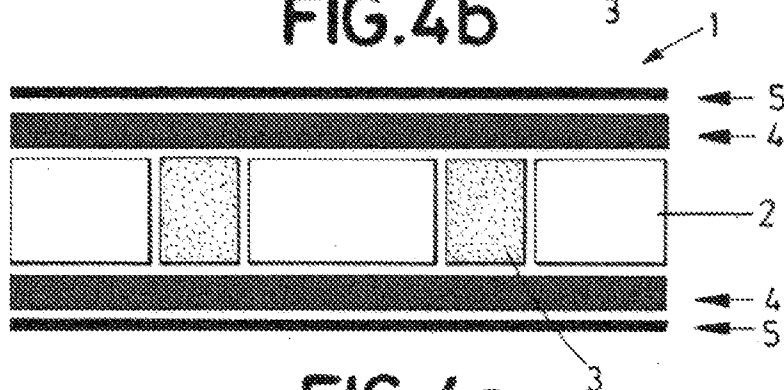


FIG. 4c

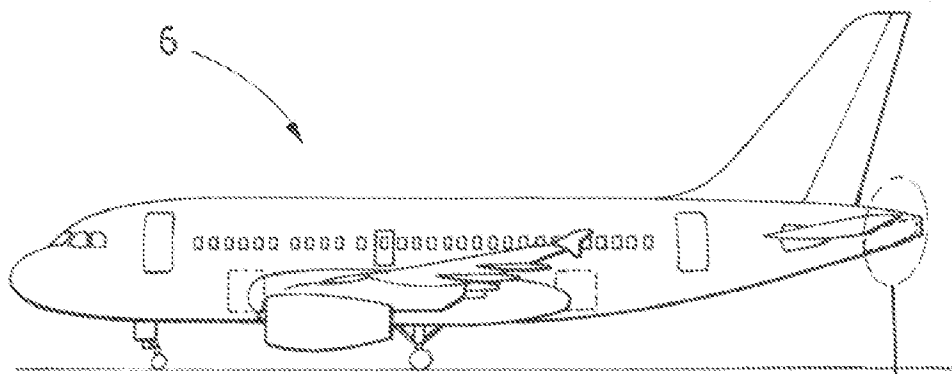


FIG.5a

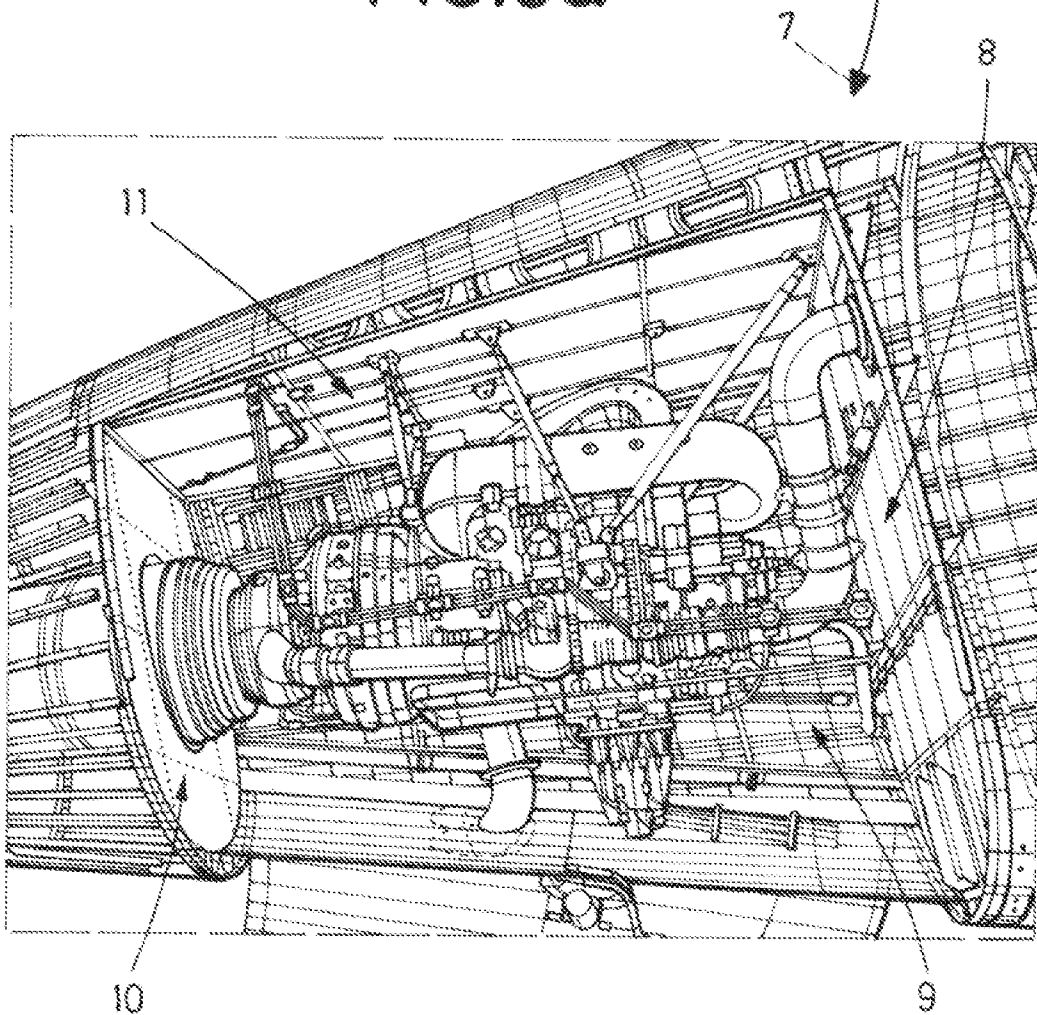


FIG.5b

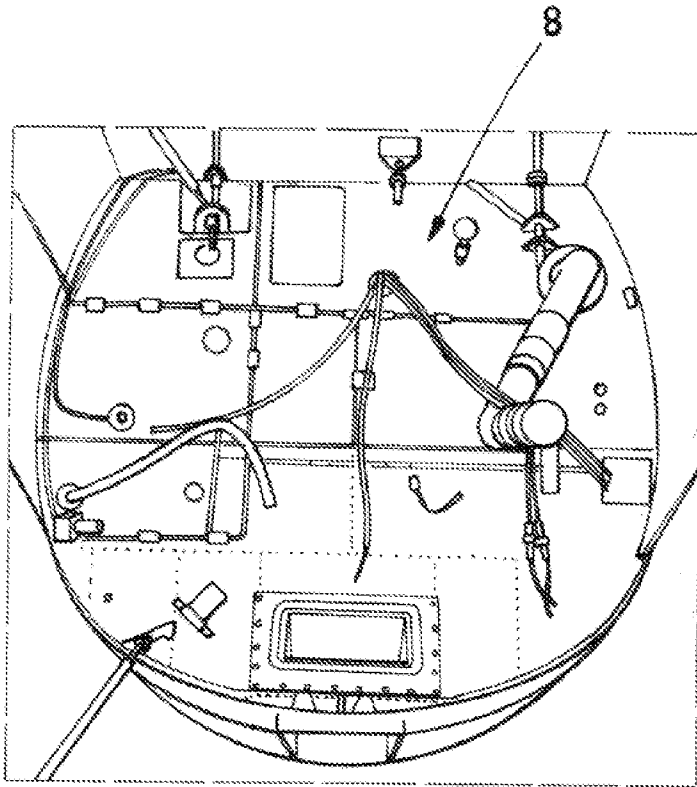


FIG. 6a

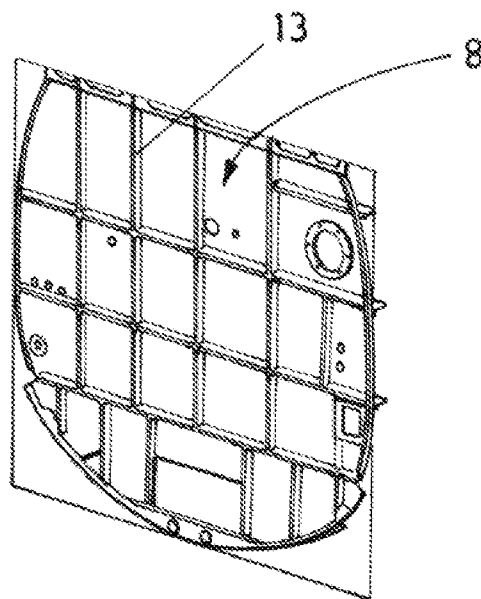


FIG. 6b

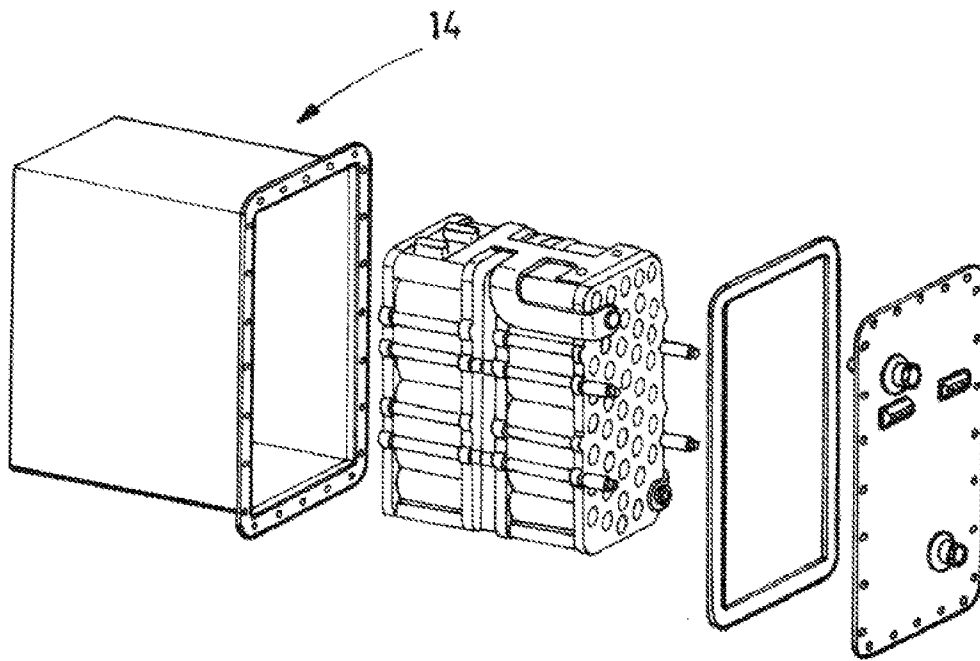


FIG.7a

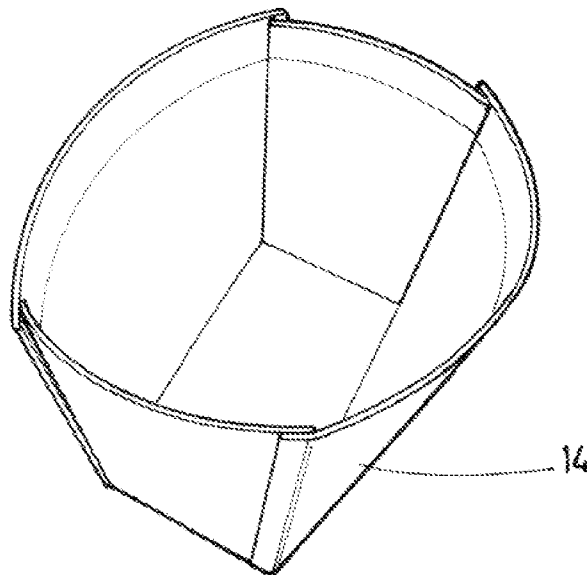


FIG.7b

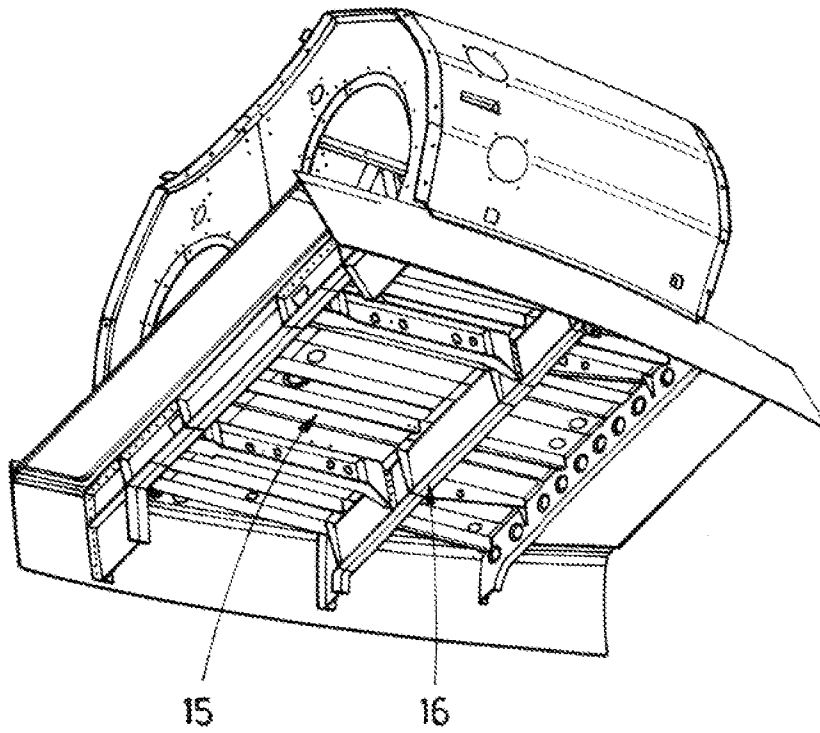


FIG. 8

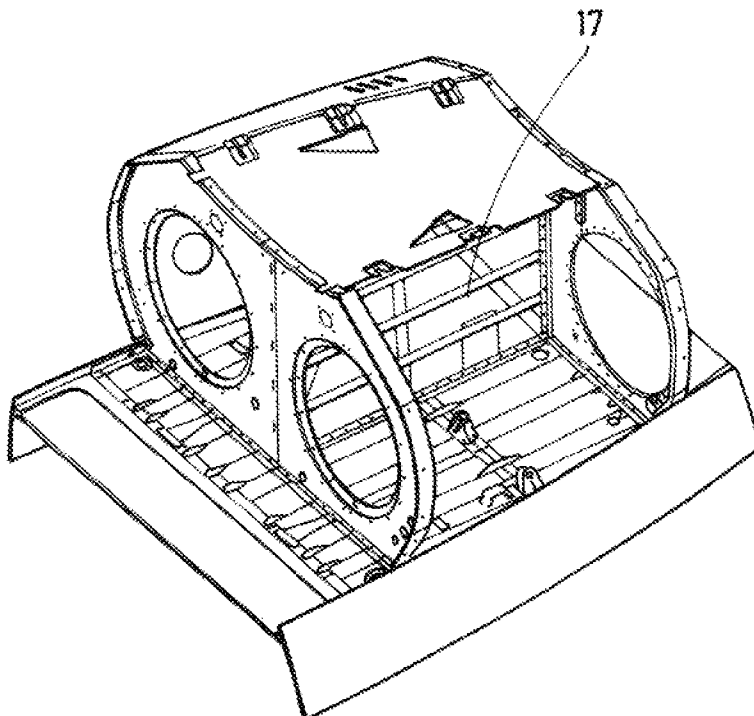


FIG. 9