

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 026 534**

51 Int. Cl.:

B32B 3/14 (2006.01)
B32B 3/18 (2006.01)
B32B 5/02 (2006.01)
B32B 5/12 (2006.01)
B32B 7/03 (2009.01)
B32B 7/12 (2006.01)
B32B 15/092 (2006.01)
B32B 15/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2022** E **22177045 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2025** EP **4286151**

54 Título: **Muro curvo que comprende una alternancia de capas metálicas y de composite, y método para producirla**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.06.2025

73 Titular/es:
**COEXPAIR DYNAMICS (100.00%)
Rue des Entrepreneurs 10B
5020 Namur, BE**

72 Inventor/es:
BERTIN, ANDRÉ

74 Agente/Representante:
SÁEZ MAESO, Ana

ES 3 026 534 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

Muro curvo que comprende una alternancia de capas metálicas y de composite, y método para producirla

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un muro curvo que comprende material de composite y a artículos que comprenden dicho muro curvo. La invención también se refiere a un método para producir dicho muro curvo.

Antecedentes de la invención

Se sabe que se utilizan materiales de composite para muros curvos en diversas aplicaciones. Sin embargo, los muros conocidos de materiales de composite pueden no ser herméticas, especialmente para líquidos o gases.

10 El documento US6114050A divulga una sección de fuselaje de aeronave de composite que comprende una estratificación laminada híbrida simétrica, la estratificación laminada conjuntamente comprende: (a) una primera capa 10 de lámina metálica que comprende una superficie exterior de la sección del fuselaje; (b) un primer estrato de aro 13 que comprende fibras de carbono alineadas comúnmente incrustadas en una matriz polimérica; c) una segunda capa 10 de lámina metálica; d) un segundo estrato de aro 13 que comprende fibras de carbono alineadas comúnmente incrustadas en una matriz polimérica. La lámina metálica está compuesta
15 de una aleación de titanio. La lámina metálica tiene un espesor de 70-250 μm (0.003 a 0.01 pulgadas). La primera y la segunda capa de lámina metálica están formadas por láminas unidas a tope.

Resumen de la invención

Un objeto de la invención es proporcionar un muro curvo que tiene una estanqueidad especialmente alta.

De acuerdo con este primer aspecto, la invención proporciona un muro curvo que comprende, en este orden:

- 20
- una primera capa de composite,
 - una primera capa de metal, y
 - una segunda capa de composite;

en la que la primera y segunda capas de composite comprenden fibras de carbono;

en la que la primera capa metálica comprende tiras metálicas de material a base de titanio;

25 en la que las tiras metálicas tienen un espesor comprendido entre 1 y 500 μm y un ancho comprendido entre 2 y 200 mm;

en la que las tiras metálicas (30) de la primera capa metálica cubren al menos el 80 % de la superficie de la primera capa metálica.

30 La presencia de una capa de metal entre las capas de composite crea una barrera para las moléculas, lo que aumenta la estanqueidad del muro. El uso de tiras para la capa metálica, menores de 200 mm, ayuda a seguir la forma curva: una lámina metálica de mayor ancho puede crear pliegues al seguir la curva. El reducido espesor de las tiras metálicas proporciona un muro especialmente ligera, lo que resulta interesante para aplicaciones aeroespaciales. El material a base de titanio, gracias a su ductilidad, hace que la rotura del punto de introducción de tensiones sea más progresiva en caso de sobrecarga en el muro curvo. La combinación de las
35 fibras de carbono y el material a base de titanio es especialmente interesante porque no hay corrosión galvánica entre estos materiales y sus coeficientes de expansión térmica son cercanos. Esto es especialmente interesante para aplicaciones criogénicas donde pueden aparecer microfisuras que impiden la estanqueidad.

40 En el marco del presente documento, un "material a base de titanio" está hecho de titanio y/o una aleación que comprende al menos un 50 % de titanio en porcentaje atómico, preferiblemente al menos un 60 %. Algunos ejemplos son Ti-6Al-4V, Ti-15V-3Cr-3Al-3Sn o Ti-6Al-7Nb.

La superficie exterior del muro puede ser una capa metálica o una capa de composite. La superficie interna del muro puede ser una capa de metal o una capa de composite.

El espesor de la primera y segunda capa de composite está comprendido preferiblemente entre 50 y 200 μm .

45 Preferiblemente, las tiras metálicas de cualquiera de las capas tienen el mismo ancho. El ancho de las tiras de metal puede cambiar, o no, entre capas de metal.

El muro curvo comprende preferiblemente una tercera capa de metal y una tercera capa de composite ubicada entre la segunda y la tercera capa de metal.

La primera capa de metal está preferiblemente en contacto con la primera capa de composite y la segunda capa de composite. La segunda capa de metal está preferiblemente en contacto con la segunda capa de composite, y posiblemente también con una tercera capa de composite.

5 Si el radio de curvatura de la superficie interna del muro curvo es inferior a 1 metro, el ancho de las tiras metálicas es preferiblemente inferior a 100 mm.

En una realización de la invención, el muro curvo tiene al menos una región en la que no es desarrollable. En una región no desarrollable, una lámina metálica no puede seguir la forma del muro. Las tiras de metal son por ello especialmente interesantes. Una región no desarrollable del muro es una región donde la curvatura de Gauss es diferente de cero.

10 En una realización de la invención, el muro curvo comprende una segunda capa metálica de tal manera que la segunda capa de composite está entre la primera capa metálica y la segunda capa metálica, la segunda capa metálica comprende tiras metálicas de material a base de titanio que tienen un espesor entre 1 y 500 μm y un ancho entre 2 y 200 mm, y cubre al menos el 80 % de la superficie de la segunda capa metálica.

15 En una realización de la invención, al menos algunas de las tiras metálicas de la primera capa metálica son paralelas a una primera dirección y al menos algunas de las tiras metálicas de la segunda capa metálica son paralelas a una segunda dirección diferente de la primera dirección. Disponer de tiras metálicas en diferentes direcciones mejora las propiedades mecánicas y la estanqueidad del muro. Al menos algunas de las tiras metálicas de la tercera capa metálica están preferiblemente en una dirección diferente de la primera dirección y de la segunda dirección. Las direcciones de las tiras de metal son preferiblemente tales que haya un ángulo
20 entre 10° y 170° entre dos capas de metal sucesivas.

En una realización de la invención, las fibras de carbono de la segunda capa de composite están incluidas en tiras a base de carbono. El ancho de las tiras a base de carbono está comprendido preferiblemente entre 2 y 500 mm, más preferiblemente entre 2 y 100 mm.

25 En el marco del presente documento, una "tira a base de carbono" es una tira que comprende fibras de carbono. También puede comprender una resina, preferiblemente una epoxi.

En una realización de la invención, al menos algunas de las tiras a base de carbono de la segunda capa de composite son paralelas a una tercera dirección.

30 La tercera dirección es diferente de la primera dirección y de la segunda dirección. Por lo tanto, las tiras están en diferentes direcciones en tres capas, lo que mejora las propiedades mecánicas del muro curvo. Las direcciones de las tiras a base de carbono son preferiblemente tales que exista un ángulo entre 10° y 170° entre dos capas de composite sucesivas.

Las direcciones de las tiras de metal y de las tiras a base de carbono son preferiblemente tales que exista un ángulo entre 10° y 170° entre dos capas adyacentes, siendo una de las capas adyacentes una capa de metal y la otra una capa de composite.

35 Es posible que la segunda capa de composite comprenda varias subcapas de composite con tiras a base de carbono en diferentes direcciones.

40 En una realización de la invención, las tiras a base de carbono tienen un ancho que es como máximo diez veces el ancho de las tiras de metal de la primera capa de metal, y/o el ancho de las tiras de metal de la primera capa de metal es como máximo diez veces el ancho de las tiras a base de carbono. Esto hace más fácil la producción del muro.

45 En una realización de la invención, la distancia entre dos tiras metálicas sucesivas de la primera capa metálica es inferior a 5 mm, preferiblemente inferior a 1 mm. Dos tiras metálicas sucesivas pueden superponerse parcialmente. Se colocan preferentemente uno al lado del otro con una distancia lo más pequeña posible. Sin embargo, la invención funciona incluso con una distancia no extremadamente pequeña, del orden de unos pocos milímetros. También puede suceder que la distancia entre dos tiras metálicas sucesivas cambie debido a la curvatura del muro.

50 En una realización de la invención, el muro curvo comprende, en una interfaz entre una de las capas de composite y la primera capa metálica, un agente aglutinante que comprende un complejo de un organometálico y un organosilano. El agente aglutinante puede ser cualquier material que mejore la adhesión entre la capa de composite y la capa metálica. Puede estar en una capa entre la capa de composite y la capa de metal, y/o incluida en la capa de composite.

Un objeto de la invención es un tanque de combustible para combustible líquido y/o gaseoso que comprende dicho muro curvo. El tanque de combustible es preferiblemente criogénico, apto para contener combustible a temperaturas inferiores a 150°C . El combustible puede ser hidrógeno gaseoso o líquido. El depósito de

combustible tiene, preferentemente, un muro curvo no desarrollable, por ejemplo un muro esférico. El muro curvo de acuerdo con la invención puede estar incluida al menos en las partes no desarrollables del muro del depósito de combustible. La capa de metal, o la pluralidad de capas de metal, está preferiblemente más cerca de la superficie interna del muro que de la superficie externa del muro.

- 5 Un objeto de la invención es un morro de aeronave que comprende dicho muro curvo. El muro curvo de acuerdo con la invención ofrece una resistencia especialmente alta a la erosión. Además, las capas de metal pueden utilizarse como resistencias de calentamiento para calentar el morro del avión. Son posibles muchas otras aplicaciones del muro curvo.

Un objeto de la invención es un método para producir un muro curvo que comprende las etapas sucesivos de:

- 10
- formar una primera capa de composite,
 - formar una primera capa de metal, y
 - formar una segunda capa de composite;

en la que la primera y segunda capas de composite comprenden fibras de carbono;

- 15 en la que la etapa de formación de las primeras capas metálicas se realiza con una herramienta automatizada y comprende aplicar tiras metálicas de material a base de titanio sobre la primera capa de composite, de tal manera que se crea una tensión mecánica entre la parte de las tiras metálicas ya colocadas sobre la primera capa de composite y la parte de las tiras metálicas que se va a colocar sobre la primera capa de composite,

en la que las tiras metálicas tienen un espesor comprendido entre 1 y 500 μm y un ancho comprendido entre 2 y 200 mm;

- 20 en la que las tiras metálicas de la primera capa metálica cubren al menos el 80 % de la superficie de la primera capa metálica, y en la que las tiras metálicas de la segunda capa metálica son paralelas y cubren al menos el 80 % de la superficie de la segunda capa metálica.

El cambio entre dos tiras metálicas paralelas sucesivas está automatizado.

- 25 Se puede utilizar el bobinado de filamentos y/o la colocación automatizada de fibras para producir un muro curvo de acuerdo con la invención.

La tensión se aplica preferiblemente mediante un dispositivo de aplicación de tensión.

Las tiras a base de carbono también se pueden aplicar sobre la capa metálica subyacente mediante la herramienta automatizada.

- 30 La forma del muro curvo se programa en la herramienta automatizada de tal manera que el posicionamiento de las tiras metálicas queda automatizado.

- 35 La etapa de formación de las segundas capas metálicas comprende preferiblemente aplicar tiras metálicas de material a base de titanio sobre la segunda capa de composite, de tal manera que se crea una tensión mecánica entre la parte de las tiras metálicas ya colocadas sobre la segunda capa de composite y la parte de las tiras metálicas que se va a colocar sobre la segunda capa de composite. La segunda capa de metal se forma preferiblemente con una herramienta automatizada, que preferiblemente es la misma que la utilizada para la primera capa de metal.

- 40 En una realización de la invención, después de ser colocadas sobre la primera capa de composite, las tiras metálicas de la primera capa metálica se presionan contra la primera capa de composite. Mejora el posicionamiento y la adherencia. La presión se aplica preferiblemente mediante un dispositivo de compresión, por ejemplo un rodillo. El dispositivo de compresión se mueve. Su movimiento está automatizado.

En una realización de la invención, la herramienta automatizada comprende una parte móvil, la cual comprende una guía de aplicación que posiciona la parte de las tiras metálicas a aplicar con respecto a la primera capa de composite o la segunda capa de composite. La guía de aplicaciones móviles mejora el posicionamiento. Su movimiento está automatizado.

- 45 En una realización de la invención, en la que la parte de las tiras metálicas que se va a aplicar se calienta o se enfría antes de colocarse sobre la primera capa de composite o la segunda capa de composite. La temperatura se aumenta o disminuye preferiblemente mediante un dispositivo de calentamiento y/o enfriamiento.

Breve descripción de las figuras

Para una mejor comprensión de la presente invención se hará referencia ahora, a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos en los que:

- La figura 1 es una sección transversal de un muro curvo,
- La figura 2 ilustra una posible disposición de tiras de metal,
- 5 - La figura 3 ilustra una posible ubicación relativa de capas sucesivas de material compuesto y de metal,
- La figura 4 es una sección transversal de un tanque de combustible,
- La figura 5 es una sección transversal de la nariz de un avión, y
- La figura 6 ilustra la colocación de una tira metálica con una herramienta automatizada.

Descripción de la invención

10 La presente invención se describirá con respecto a realizaciones particulares y con referencia a ciertos dibujos, pero la invención no se limita a ellos. Las funciones descritas no están limitadas por las estructuras descritas. Los dibujos descritos son sólo esquemáticos y no tienen carácter limitativo. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede estar exagerado y no estar dibujado a escala para fines ilustrativos.

15 Además, los términos primero, segundo, tercero y similares en la descripción y en las reivindicaciones, se utilizan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir un orden secuencial o cronológico. Los términos son intercambiables bajo circunstancias apropiadas y las realizaciones de la invención pueden operar en otras secuencias que las descritas o ilustradas aquí.

20 Además, las diversas realizaciones, aunque se las denomina "preferidas", deben interpretarse como formas ejemplares en las que se puede implementar la invención, en lugar de como limitantes del alcance de la invención.

25 El término "que comprende", utilizado en las reivindicaciones, no debe interpretarse como restringido a los elementos o etapas enumeradas a continuación; no excluye otros elementos o etapas. Debe interpretarse como que especifica la presencia de las características, números enteros, etapas o componentes indicados a los que se hace referencia, pero no excluye la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas o componentes adicionales, o grupos de ellos. Por tanto, el alcance de la expresión "un dispositivo que comprende A y B" no debe limitarse a los dispositivos que constan únicamente de los componentes A y B, sino que con respecto a la presente invención, los únicos componentes enumerados del dispositivo son A y B, y además la reivindicación debe interpretarse como que incluye equivalentes de esos componentes.

En las figuras, elementos idénticos o análogos podrán designarse con un mismo número.

30 La figura 1 ilustra un muro curvo 1 en una realización de la invención. El muro curvo 1 comprende una primera capa de composite 11, una primera capa metálica 21, una segunda capa de composite 12 y, preferiblemente, una segunda capa metálica 22. También puede comprender una tercera capa de composite 13, una tercera capa metálica 23 y una cuarta capa de composite 14. El muro curvo 1 comprende preferiblemente una alternancia de capas metálicas y compuestas con un espesor superior a 1 mm e inferior a 10 cm, preferiblemente inferior a 2 cm. Puede incluir, por ejemplo, al menos diez capas de composite intercaladas entre al menos once capas metálicas.

35 Las capas de composite 11, 12 comprenden fibras de carbono y, preferiblemente, una resina. Las capas de composite 11, 12 pueden comprender tiras a base de carbono 40. Las capas de composite 11, 12 tienen preferiblemente un espesor 41 inferior a 200 µm. Las capas de composite 11, 12 son preferiblemente más gruesas que las capas metálicas 21, 22.

Dado que las capas de composite 11, 12 están hechas de un material elástico, las capas metálicas 21, 22 pueden estar integradas dentro de una o dos de las capas de composite adyacentes 11, 12.

40 Las capas metálicas 21, 22 comprenden tiras metálicas 30 de material a base de titanio. Las tiras metálicas 30 tienen un espesor 31 comprendido entre 1 y 500 µm, preferiblemente entre 1 y 100 µm. Dentro de una capa metálica 21, 22, son preferentemente paralelos entre sí. Podrán estar separados por una distancia lateral 33 inferior a 5 mm, preferiblemente inferior a 1 mm, de tal manera que al menos el 80 % de la superficie de cualquiera de las capas metálicas 21, 22 esté formada por tiras metálicas 30. Las tiras de metal 30 pueden superponerse parcialmente. En tal caso, es preferible utilizar un adhesivo en la interfaz entre las dos tiras metálicas 30.

45 Dentro de una capa metálica 21, 22, las tiras metálicas 30 tienen preferiblemente un ancho idéntico 32 (figura 3) y/o un espesor idéntico 31. Preferiblemente, el ancho 32 (figura 3) de las tiras metálicas 30 de las primeras 21 y segundas 22 capas metálicas es idéntico.

ES 3 026 534 T3

La diferencia aparente de ancho entre las tiras de metal 30 (o las tiras a base de carbono) en la Figura 2 proviene de la diferencia de dirección de las tiras entre las capas, como se ilustra en la Figura 3, lo que puede crear secciones transversales de diferentes tamaños incluso para tiras del mismo ancho.

5 Puede estar presente un agente aglutinante entre, por un lado, el metal de las capas metálicas 21, 22 y, por el otro lado, la resina y/o el carbono de las capas de composite 11, 12. Se aplica sobre el metal y/o el composite antes de su unión. En una realización de la invención, se mezclan un organometálico y un organosilano para crear un complejo que forma el agente aglutinante. El agente aglutinante puede ser un *sol-gel*.

10 La figura 2 ilustra la primera capa de metal 21 en una disposición en la que comprende dos subcapas 91, 92. Las tiras metálicas 30 de las subcapas 91, 92 pueden estar alineadas en diferentes direcciones. Preferiblemente, hay un adhesivo en el lugar donde las dos tiras metálicas 30 están en contacto entre sí, por ejemplo en la interfaz 94 entre las subcapas 91, 92. El espacio lateral 93 entre dos tiras metálicas 30 de cualquiera de las subcapas 91, 92 se rellena preferiblemente con resina y/o con el adhesivo.

15 La figura 3 muestra una superposición de capas de composite 11, 12 y metálicas 21, 22. Las tiras metálicas 30 de la primera capa 21 son paralelas a una primera dirección 101. Las tiras metálicas 30 de la segunda capa 22 son paralelas a una segunda dirección 102, que está inclinada con respecto a la primera dirección 101, preferiblemente en un ángulo de al menos 10°. La primera dirección 101 y la segunda dirección 102 forman preferiblemente un ángulo entre 10° y 170°. Las tiras a base de carbono 40 de la segunda capa de composite 12 son paralelas a una tercera dirección 103, que está inclinada con respecto a la primera dirección 101 y a la segunda dirección 102, preferiblemente en ángulos de al menos 10°. Las tiras a base de carbono 40 de la primera capa de composite 11 son paralelas a una cuarta dirección 104, que está inclinada con respecto a la primera dirección 101 y a la tercera dirección 103, preferiblemente en ángulos de al menos 10°.

20 Preferiblemente, el ancho 32 de las tiras de metal 30 no es más de diez veces mayor que el ancho 42 de las tiras a base de carbono 40, y/o el ancho 42 de las tiras a base de carbono 40 no es más de diez veces mayor que el ancho 32 de las tiras de metal 30. Esto se aplica preferiblemente incluso si las tiras de metal 30 de diferentes capas de metal 21, 22 tienen diferentes anchos, y/o las tiras a base de carbono 40 de diferentes capas de composite 11, 12 tienen diferentes anchos.

25 Las figuras 4 y 5 ilustran dos ejemplos de muros curvos 1 que tienen al menos una región donde el muro no es desarrollable.

30 La figura 4 muestra un tanque de combustible 50. Se compone de una abertura 51. La superficie interna del tanque de combustible 50 puede ser una capa metálica del muro curvo 1, como se ilustra, o una capa de composite del muro curvo 1. También puede ser otra capa recubierta sobre un muro curvo 1, aunque esta realización es menos preferida.

La figura 5 muestra la nariz 60 de un avión. La superficie externa es preferiblemente una capa de metal.

35 La figura 6 esquematiza una herramienta automatizada 70 que coloca la primera capa de metal 21 sobre la primera capa de composite 11 (no mostrada) ya conformada como un muro curvo en construcción 71.

40 La herramienta automatizada 70 comprende preferiblemente un soporte 72 para un carrete 76 de una cinta a base de carbono 75 que será cortada en tiras a base de carbono 40. El soporte 72 también soporta un carrete 74 de cinta metálica 73 que será cortada en tiras metálicas 30. Las cintas 73, 75 pueden cortarse antes de ser aplicadas sobre el muro curvo en construcción 71 o después de que al menos una parte de ellas haya sido aplicada sobre el muro curvo en construcción 71. La herramienta automatizada 70 comprende preferiblemente un sistema de guía 77 que guía la cinta 73 que se coloca entre el carrete 74 y una guía de aplicación 84. La cinta 73 puede calentarse o enfriarse mediante un dispositivo de calentamiento y/o enfriamiento 78.

La resina está presente preferiblemente en la cinta a base de carbono 75, y se puede agregar algo de resina adicional más adelante en el proceso de producción.

45 El agente aglutinante puede estar presente en al menos una de las cintas 73, 75 del carrete 74, 76 o puede colocarse en al menos una de las cintas 73, 75 mediante la herramienta automatizada 70.

50 La herramienta automatizada 70 puede comprender una parte móvil 80, por ejemplo que comprende un brazo 81 y un cabezal móvil 82. La herramienta automatizada 70 comprende un dispositivo de aplicación de tensión 83 que aplica una tensión, preferentemente por tracción, sobre la parte 39 de las tiras metálicas 30 a colocar sobre la primera capa de composite 11, para mantenerla tensa con respecto a la parte 38 de las tiras metálicas 30 ya colocada sobre la primera capa de composite 11 y adherida a el muro curvo en construcción 71. La herramienta automatizada 70 puede comprender un dispositivo de compresión 85 que presiona sobre la parte 38 de las tiras metálicas 30 colocada sobre la primera capa de composite 11.

55 Después de la aplicación de todas las capas 11, 12, 21, 22, etc., el muro curvo 1 se calienta preferiblemente para curar la resina.

ES 3 026 534 T3

En otras palabras, la invención se refiere a un muro curvo 1 que comprende una alternancia de capas de metal 21 y un compuesto 11, 12, y a un método para producirla. La capa de metal 21 está hecha de tiras de metal alineadas 30 y, por lo tanto, puede adaptarse a cualquier forma del muro curvo 1.

REIVINDICACIONES

1. Muro curvo (1) que comprende, en este orden:
- una primera capa de composite (11),
 - una primera capa metálica (21), y
- 5 • una segunda capa de composite (12);
- en la que la primera (11) y segunda (12) capas de composite comprenden fibras de carbono;
- en la que la primera (21) capa metálica comprende tiras metálicas (30) de material a base de titanio;
- en la que las tiras metálicas (30) tienen un espesor (31) comprendido entre 1 y 500 μm y un ancho (32) comprendido entre 2 y 200 mm;
- 10 en la que las tiras metálicas (30) de la primera capa metálica (21) cubren al menos el 80 % de la superficie de la primera capa metálica (21).
2. Muro curvo (1) de acuerdo con la reivindicación anterior, en la que el muro curvo (1) presenta al menos una zona en la que no es desarrollable.
3. Muro curvo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una segunda capa metálica (22) de manera que la segunda capa de composite (12) está situada entre la primera capa metálica (21) y la segunda capa metálica (22). La segunda capa metálica (22) comprende tiras metálicas (30) de material a base de titanio que tienen un espesor (31) entre 1 y 500 μm y una anchura (32) entre 2 y 200 mm, y que cubren al menos el 80 % de la superficie de la segunda capa metálica (22).
- 15
4. Muro curvo (1) de acuerdo con la reivindicación anterior, en la que al menos algunas de las tiras metálicas (30) de la primera capa metálica (21) son paralelas a una primera dirección (101) y al menos algunas de las tiras metálicas (30) de la segunda capa metálica (22) son paralelas a una segunda dirección (102) diferente de la primera dirección (101).
- 20
5. Muro curvo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que las fibras de carbono de la segunda capa de composite (12) están incluidas en tiras a base de carbono (40).
- 25
6. Muro curvo (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en la que al menos algunas de las tiras a base de carbono (40) de la segunda capa de composite (12) son paralelas a una tercera dirección (103).
7. Muro curvo (1) de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en la que las tiras a base de carbono (40) tienen una anchura (42) que es como máximo diez veces la anchura (32) de las tiras metálicas (30) de la primera capa metálica (21), y/o la anchura (32) de las tiras metálicas (30) de la primera capa metálica (21) es como máximo diez veces la anchura (42) de las tiras a base de carbono (40).
- 30
8. Muro curvo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la distancia (33) entre dos tiras metálicas sucesivas (30) de la primera capa metálica (21) es inferior a 5 mm, preferiblemente inferior a 1 mm.
9. Muro curvo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, en una interfaz entre una de las capas de composite (11, 12) y la primera capa metálica (21), un agente aglutinante que comprende un complejo de un organometálico y un organosilano.
- 35
10. Depósito de combustible (50) para combustible líquido y/o gaseoso que comprende un muro curvo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
11. Nariz de aeronave (60) que comprende un muro curvo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
- 40
12. Método para producir un muro curvo (1) que comprende las etapas sucesivas de:
- formar (111) una primera capa de composite (11),
 - formar (121) una primera capa metálica (21), y
 - formar (112) una segunda capa de composite (12);
- 45 en la que la primera (11) y segunda (12) capas de composite comprenden fibras de carbono;

- 5 en la que la etapa de formación (111) de las primeras capas metálicas (21) se realiza con una herramienta automatizada (70) y comprende aplicar tiras metálicas (30) de material a base de titanio sobre la primera capa de composite (11), de tal manera que se crea una tensión mecánica entre la parte (38) de las tiras metálicas (30) ya colocada sobre la primera capa de composite (11) y la parte (39) de las tiras metálicas (30) que se va a colocar sobre la primera capa de composite (11),
- en la que las tiras metálicas (30) tienen un espesor (31) comprendido entre 1 y 500 μm y un ancho (32) comprendido entre 2 y 200 mm;
- en la que las tiras metálicas (30) de la primera capa metálica (21) cubren al menos el 80 % de la superficie de la primera capa metálica (21), y
- 10 en la que las tiras metálicas (30) de una segunda capa metálica (22) son paralelas y cubren al menos el 80 % de la superficie de la segunda capa metálica (22).
13. Método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que, después de ser colocadas sobre la primera capa de composite (11), las tiras metálicas (30) de la primera capa metálica (21) se presionan contra la primera capa de composite (11).
- 15 14. Método de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en el que la herramienta automatizada (70) comprende una parte móvil (80), que comprende una guía de aplicación (84) que posiciona la parte (39) de las tiras metálicas (30) a aplicar con respecto a la primera capa de composite (11) o la segunda capa de composite (12).
- 20 15. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que la parte (39) de las tiras metálicas (30) a aplicar se calienta o se enfría antes de ser colocada sobre la primera capa de composite (11) o la segunda capa de composite (12).

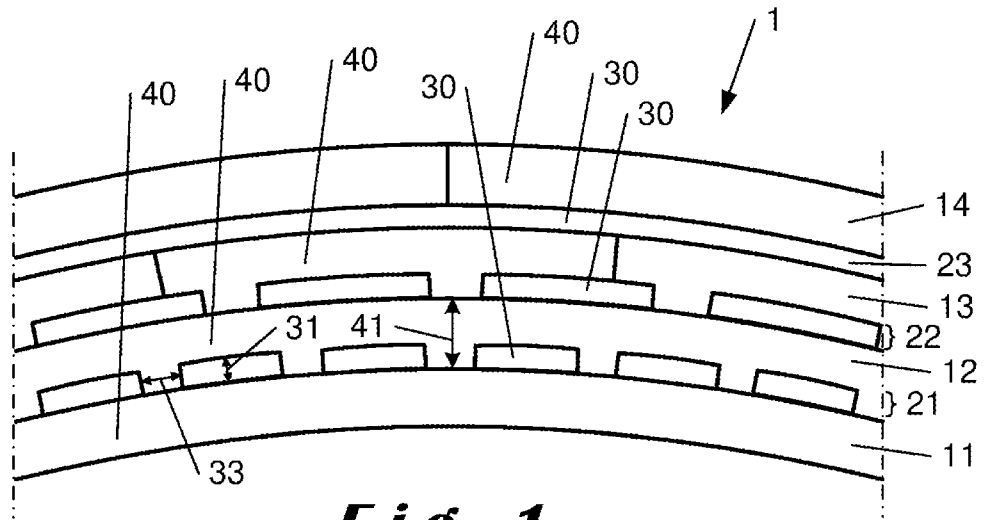


Fig. 1

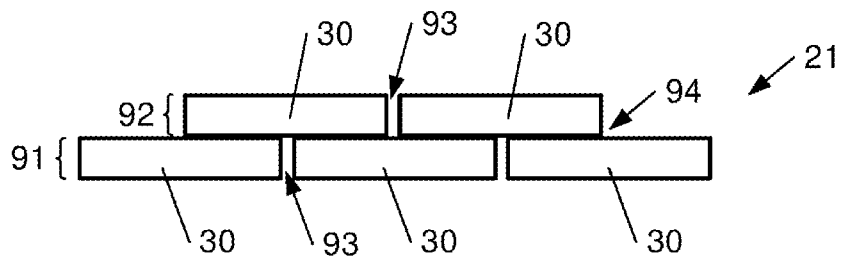


Fig. 2

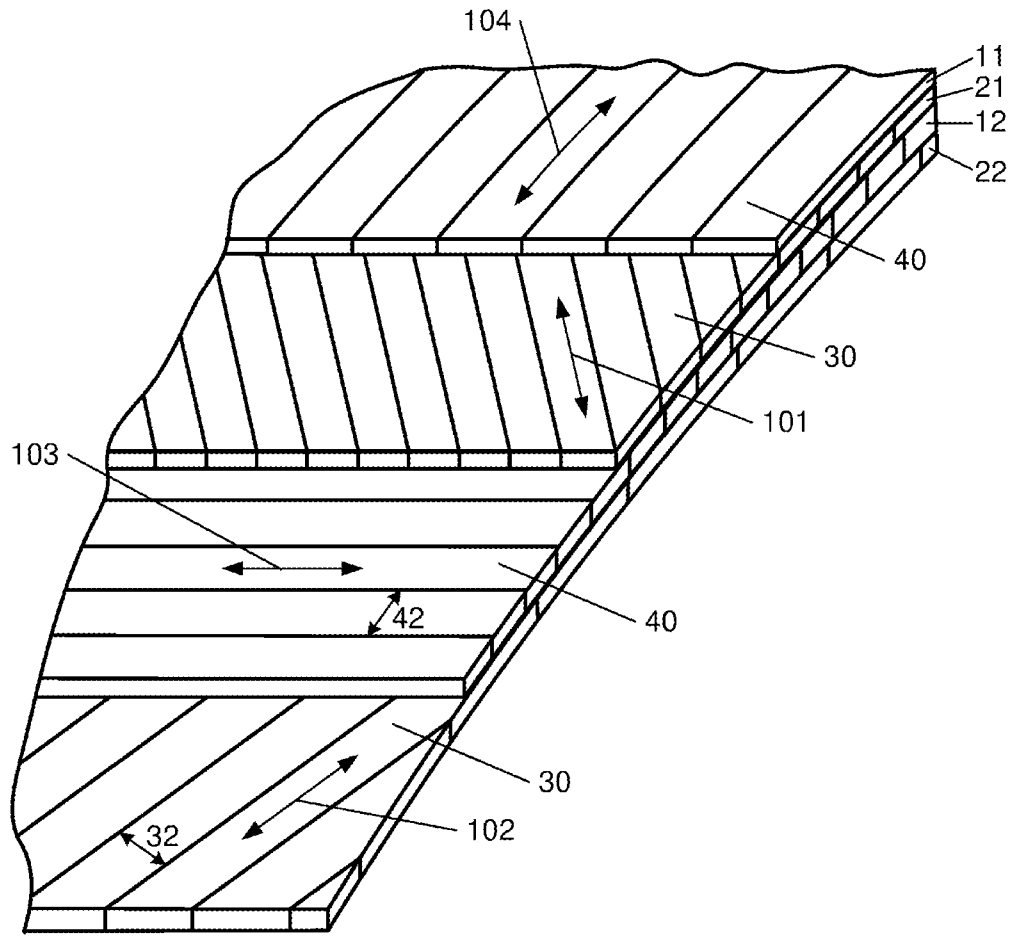


Fig. 3

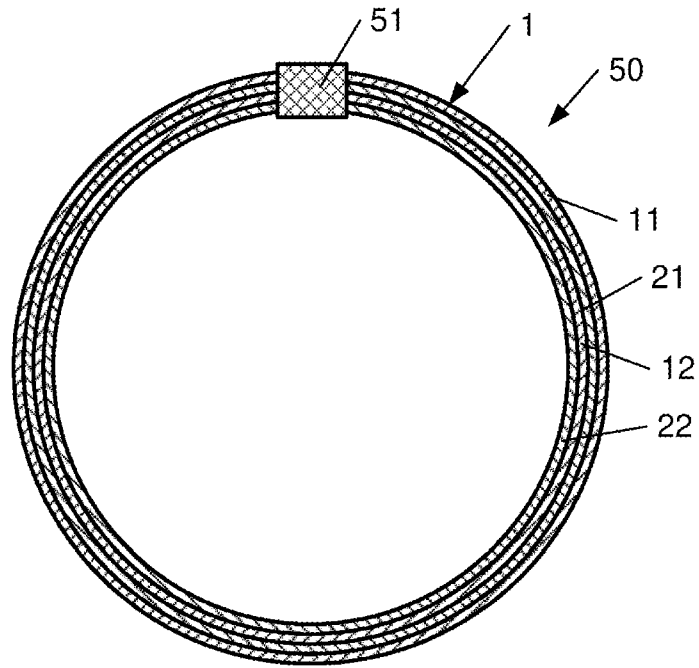


Fig. 4

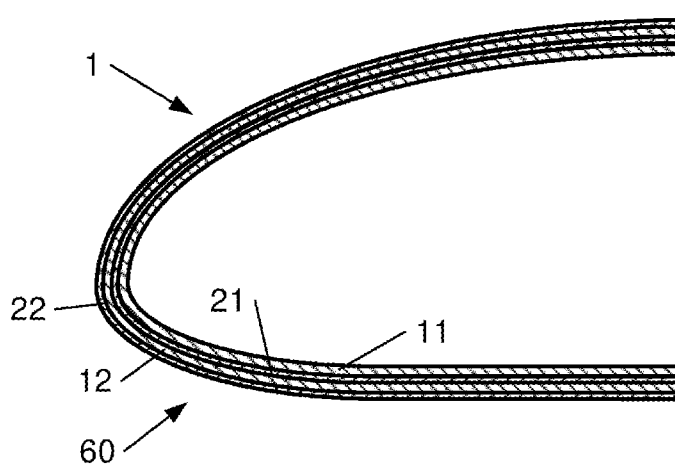


Fig. 5

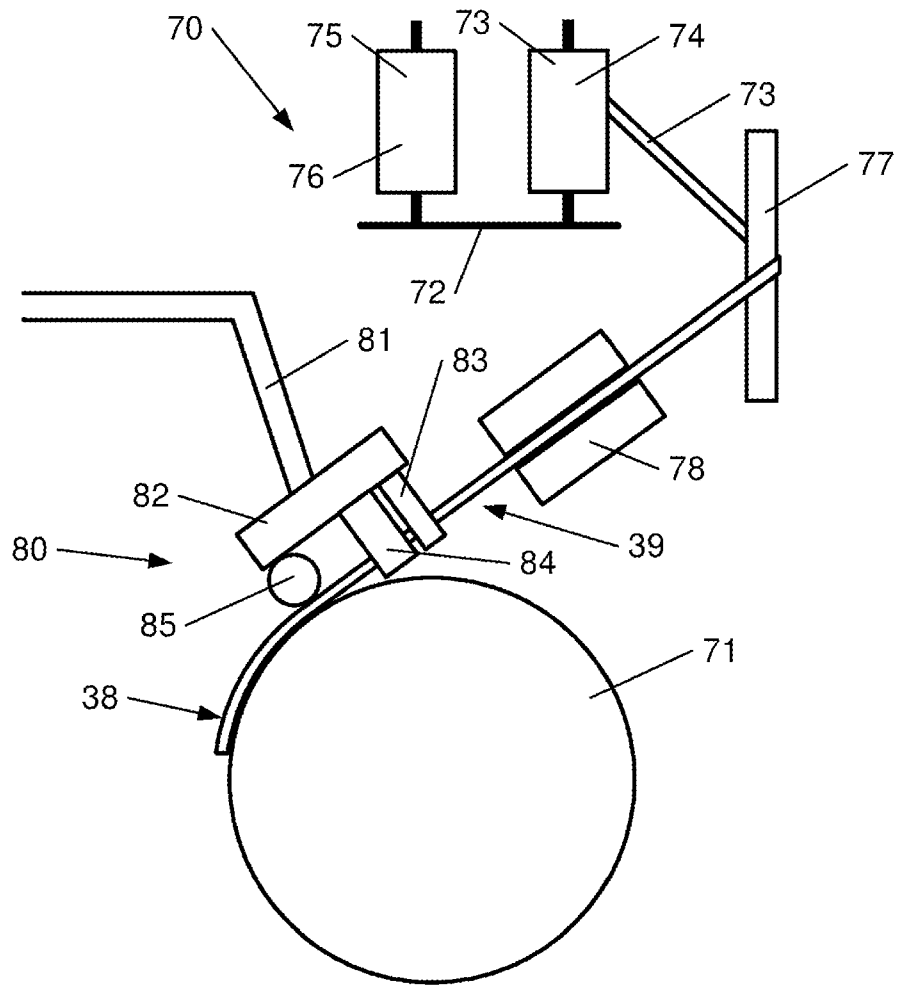


Fig. 6