

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 398**

51 Int. Cl.:

F16L 9/133 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2009** **E 09290773 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019** **EP 2177804**

54 Título: **Canalización para tubería de trasvase de fluidos de vehículo aéreo o espacial, su procedimiento de fabricación y estructura aeronáutica que la incorpora**

30 Prioridad:

17.10.2008 FR 0805782

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

28.05.2020

73 Titular/es:

**HUTCHINSON (100.0%)
2, rue Balzac
75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**CIOLCZYK, JEAN-PIERRE;
DOLEZ, MARC y
FLORENTZ, BERTRAND**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 763 398 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

Canalización para tubería de trasvase de fluidos de vehículo aéreo o espacial, su procedimiento de fabricación y estructura aeronáutica que la incorpora

5 La presente invención concierne a una canalización acodada y/o curvada, en particular para tubería de trasvase de fluidos para vehículo aéreo o espacial, tal como una tubería de combustible montada dentro de o bajo las alas de un avión, a una estructura aeronáutica que incorpora esta canalización y a un procedimiento de fabricación de esta última. Más en particular, la invención se refiere a canalizaciones tridimensionales (es decir, cuyo eje de simetría de un extremo al otro se extiende en las tres dimensiones).

10 Las tuberías o líneas de combustible de los actuales aviones están realizadas usualmente en metal (p. ej., aluminio, acero inoxidable o titanio), a semejanza de las alas en las que van alojadas. Desde hace algunos años, no obstante, se está empezando a diseñar alas y tuberías de combustible en materiales compuestos, con el fin de aligerar en la medida de lo posible estas tuberías y, con ello, la estructura que las incorpora (p. ej., las superficies estabilizadoras, el cajón central o el mástil del motor) o de reducir la conductividad eléctrica de estas tuberías para evitar los riesgos de impacto de rayos, especialmente en el caso en que estas tuberías están fijadas sobre estructuras a su vez de material compuesto y, por tanto, menos conductoras que el metal.

15 Puede citarse, por ejemplo, el documento WO-A1-2006/136597 para un ejemplo de canalización de material compuesto, que incluye dos conductos interno y externo coaxiales separados por espaciadores y que están realizados al menos en parte en un material termoendurecible compuesto, tal como una resina epoxi reforzada con fibras de carbono. Puede citarse, asimismo, el documento EP-A1-1878562, que enseña fabricar canalizaciones para tuberías de acondicionamiento de aire destinadas a aeronaves, que incorporan tubos con pliegues termoplásticos o termoendurecibles, por ejemplo basados en una resina fenólica para la matriz termoendurecible. El documento GB 1031640 muestra una canalización similar.

20 Actualmente, la mayoría de los tubos tridimensionales son de metal, obteniéndose por curvado o por soldadura. Son, pues, relativamente pesados, por la elevada densidad del material metálico empleado. Por lo tanto, los materiales compuestos representan una solución interesante para el aligeramiento de estos tubos, especialmente para los tubos de líneas de combustible o de líneas hidráulicas o de líneas de extinción aeronáuticas, donde el peso es un factor importante de prestaciones, de economía y de reducción de los consumos y de las emisiones.

Sin embargo, cuando se realizan tubos de material compuesto de forma tridimensional, su realización requiere:

- 30
- un molde rígido asociado a una vejiga hinchable cuya misión es la de ceñir a presión la pared del tubo dentro del molde, o bien
 - un macho rígido (de tipo extraíble, fusible, soluble, por ejemplo) sobre el cual se laminan, bien fibras de refuerzo secas que se infunden a vacío y luego se reticulan en estufa, o bien preimpregnados ("prepregs" en inglés, es decir, materiales laminares impregnados con una resina termoendurecible cuya polimerización no está acabada) que se consolidan y luego se reticulan en estufa o autoclave.

35 Radica un gran inconveniente de estos tubos conocidos y de sus procedimientos de fabricación en su coste relativamente elevado, pues precisan de costosos utillajes (moldes y vejigas, especialmente), así como machos costosos (caso de los machos extraíbles, por ejemplo), machos que han de reemplazarse regularmente tras la realización de algunas decenas de piezas (p. ej., vejigas hinchables, mandriles flexibles), e incluso machos perdidos para cada pieza fabricada (caso de los machos solubles o fusibles).

40 Una finalidad de la presente invención es proponer una canalización que permita realizar tuberías o tubuladuras de formas tridimensionales complejas y que asimismo subsane estos inconvenientes, incluyendo la canalización al menos un tubo multicapa que comprende una capa radialmente interna realizada en un material termoplástico o elastomérico termoplástico, que es estanco y químicamente resistente al fluido transportado, y al menos una capa de refuerzo situada radialmente por encima de la capa interna.

45 A tal efecto, una canalización según la invención es tal que el tubo presenta una geometría curvada y/o acodada, preferentemente tridimensional y con posibilidad de ser compleja, y por que la capa de refuerzo está realizada en un material compuesto basado en medios de refuerzo preferentemente fibrosos (p. ej., fibras de carbono, vidrio o aramida) que están en contacto íntimo y directo con la capa subyacente, tal como la capa interna, obteniéndose dicha geometría siguiendo uno u otro de los dos siguientes métodos a) y b):

- 50
- a) la capa interna se conforma en caliente con anterioridad independientemente de la capa de refuerzo para hacer que pase de una geometría inicial rectilínea a esa geometría curvada y/o acodada, siendo dichos medios de refuerzo, potestativamente:
 - 55 (i) impregnados con una matriz termoendurecible, formando la capa de refuerzo un material compuesto termoendurecible con matriz termoendurecible de temperatura de reticulación inferior a la temperatura de fusión de dicha capa subyacente, o,

(ii) bien fibras de refuerzo entremezcladas con fibras o polvos termoplásticos, o bien impregnados con un recubrimiento polimérico plástico que es reticulable por vía química, formando en estos dos casos la capa de refuerzo un material compuesto termoplástico con matriz termoplástica de temperatura de transformación inferior a la de dicha capa subyacente; o bien

5 b) la capa interna, en su geometría inicial rectilínea, es recubierta con anterioridad con la capa de refuerzo en la que dichos medios de refuerzo son fibras de refuerzo entremezcladas con un material termoplástico en forma de fibras, de una película o de polvo, y luego, esta capa interna así recubierta es moldeada por soplado, previo reblandecimiento, para conferir al tubo su geometría curvada y/o acodada, formando la capa de refuerzo obtenida un material compuesto con matriz termoplástica.

10 Se hace notar, con carácter general, que una canalización según la invención, ya sea obtenida mediante el método a) o b), es tal que su capa interna es funcional a la vez para su función de resistencia al fluido transportado y para la aplicación directa por contacto íntimo (p. ej., por calzadura o laminado) de la capa de refuerzo. Como se detallará más adelante en la presente descripción, esta capa interna no sólo está íntimamente relacionada con el resto del tubo, sino que además sirve para su fabricación, formando un macho para la aplicación *in situ* de esta capa de refuerzo.

15 Con referencia a la alternativa (i) del método a), se hace notar que un interés esencial de esta estructura híbrida termoplástica/termoendurecible consiste en poder reticular la matriz termoendurecible de la capa de refuerzo sin provocar la fusión de la capa interna. Por ejemplo, la reticulación de una resina epoxi puede efectuarse con bastante rapidez a temperaturas próximas a 140 °C sobre una capa interna termoplástica cuyo punto de fusión es, por ejemplo, superior a 170 °C (caso de una poliamida).

20 Con referencia al método b), se hace notar que el material compuesto con matriz termoplástica que está formado por la capa de refuerzo correspondiente puede ser tal que esta matriz presente una temperatura de transformación que varíe dentro de un amplio margen y que puede ser, por ejemplo, próxima a la de la capa subyacente, tal como la capa interna. Este método b) presenta, pues, comparado con el método a), la ventaja de no llevar aparejada una limitación de la temperatura de transformación de la matriz utilizada. Otra ventaja de este método b) es que se puede, mediante el soplado puesto en práctica para la obtención de la geometría acodada y/o curvada, consolidar mejor la matriz termoplástica hasta incluso conferirle el aspecto pulido a espejo del molde.

25 Asimismo, se hace notar, ventaja interesante de esta invención, que el ajuste de las propiedades mecánicas, por ejemplo resistencia a la presión / depresión o rigidez del tubo, se puede realizar adecuando el número y el espesor de los medios de refuerzo escogidos, pero también disponiendo refuerzos en lugares muy precisos en forma de manguitos localizados.

30 Ventajosamente, dichos medios de refuerzo pueden ser de tipo fibroso, seleccionándose preferentemente del grupo constituido por una o varias trenzas, uno o varios tejidos de punto, uno o varios pliegues de tejido, cintas o napas unidireccionales, complejos de tipo con alma no tejida a ambos lados de la cual van cosidas o tricotadas mantas o tejidos (p. ej., de denominación comercial "Rovicore"), complejos basados en fibras de refuerzo termoendurecidas (p. ej., de denominación comercial "Injectex") y combinaciones de estos medios de refuerzo, por ejemplo con un material amortiguador, tal como un elastómero.

35 Todavía más ventajosamente, dichos medios de refuerzo pueden comprender una o varias trenzas cilíndricas opcionalmente separadas entre sí por capas amortiguadoras de las vibraciones, estando preferentemente realizada la o cada trenza en carbono o aramida, por su ligereza.

40 También ventajosamente, el ángulo de trenzado que forma la o cada trenza con el eje de simetría del tubo será sensiblemente igual a 54° a lo largo de al menos una porción del tubo, a fin de evitar la fluencia a temperatura de la capa subyacente, tal como la capa interna, o de la matriz termoplástica de la capa de refuerzo, y de mantener en equilibrio esta trenza sobre estas capas cuando son puestas bajo presión. Se hace notar, no obstante, que este ángulo de trenzado puede variar en proporciones más o menos grandes alrededor de 54° a lo largo del tubo, especialmente en la ubicación de los agarres de radios (p. ej., de los codos o porciones curvadas) y de los eventuales cambios de diámetro del tubo.

45 Preferentemente, la capa interna está basada en al menos un polímero termoplástico seleccionado del grupo constituido por las poliamidas (PA), las polieterimidias (PEI), los polisulfuros de fenileno (PPS), las poliéter-éter-cetonas (PEEK), las poliéter-cetona-cetonas (PEKK) y sus mezclas.

50 Con carácter todavía más preferente, la capa interna está basada en al menos una poliamida que se selecciona del grupo constituido por las PA6, PA6.6, PA11, PA12 y sus mezclas, y que puede presentar una temperatura de transición vítrea Tg reducida y, por ejemplo, próxima a 45 °C (rebasando la cual la poliamida es propensa a la fluencia), evitando dicho ángulo de trenzado de 54° la fluencia a temperatura de esta capa interna a temperaturas de utilización superiores. En efecto, este ángulo permite el empleo de estos polímeros termoplásticos muy económicos cuya temperatura Tg se sitúa por debajo de las temperaturas máximas de utilización, mientras que su temperatura de fusión es superior, por ejemplo, a 170 °C, sin correr el riesgo de fluencia incluso en una utilización en continuo a

100 °C por ejemplo, ello gracias al bloqueo dimensional de la capa interna mediante los medios de refuerzo.

Como variante, la capa interna puede estar basada en al menos un elastómero termoplástico, preferentemente una aleación de vulcanizados termoplásticos (TPV).

5 Por supuesto, el material de la capa interna se selecciona asimismo por su buena adhesión a la matriz termoendurecible utilizada para consolidar los medios de refuerzo en el seno de la capa de refuerzo.

Se hace notar que, si bien las resinas termoendurecibles (p. ej., las resinas epoxi, bismaleimidas (BMI), fenólicas, poliésteres, vinilésteres y polieterimidias (PEI)), en última instancia, son utilizables en la capa interna, ventajosamente, la misma está realizada, en este punto, en polímero termoplástico o en elastómero termoplástico, debido a que estos polímeros presentan:

- 10 - una mejor resistencia química a los fluidos conducidos,
- una mejor estanqueidad incluso en muy escasos espesores (entre 0,3 y 1 mm),
- una mayor ligereza (densidad muchas veces igual a 1 en lugar de 1,5 aproximadamente para las resinas termoendurecibles),
- una mejor resistencia al impacto, y
- 15 - una facilidad de extrusión y, por ello, un reducido coste.

De acuerdo con una forma de realización preferente de la invención, los medios de refuerzo de la capa de refuerzo son laminados o calzados directamente sobre la capa interna, la cual forma entonces un macho de laminado funcional.

20 De acuerdo con otra forma de realización de la invención, el tubo comprende, radialmente entre la capa interna y la capa de refuerzo adyacente, al menos una capa intermedia de conductividad eléctrica ajustada, por ejemplo prevista para reducir la conductividad eléctrica de conjunto del tubo frente a riesgos de impacto de rayos y de explosión del fluido transportado, o a la inversa, aumentada, por ejemplo, frente a una necesidad de descargar electrostáticamente el fluido circulante por el tubo, laminándose directamente dichos medios de refuerzo de la capa de refuerzo sobre la capa intermedia subyacente.

25 Con referencia a la alternativa (i) del método a) según la invención, los medios de refuerzo que están incluidos en la capa de refuerzo ventajosamente se laminan o calzan directamente sobre la capa subyacente, tal como la capa interna.

30 De acuerdo con un primer ejemplo de la invención, estos medios de refuerzo ventajosamente se laminan en seco y se infunden a vacío por medio de dicha matriz termoendurecible sobremoldeada en estado líquido viscoso, según un procedimiento llamado de infusión. En este caso, la capa interna puede estar basada ventajosamente en al menos una poliamida seleccionada del grupo constituido por las PA6, PA6.6, PA11, PA12 y sus mezclas, por ejemplo, presentando esta capa interna un espesor minimizado en relación con la depresión utilizada para esta infusión a vacío (presión relativa igual o inferior a 1 bar). En efecto, ventajosamente, este espesor puede ser netamente inferior a 1 mm para una capa interna de PA6, 6.6, 11 ó 12 no reforzada de 50 mm de diámetro, por ejemplo. De este modo, el tubo obtenido puede ser particularmente ligero, debido a un menor espesor que el requerido para aguantar la presión de varios bares dentro de un autoclave.

35 De conformidad con este primer ejemplo, estos medios de refuerzo preferentemente se infunden a vacío por medio de una resina líquida termoendurecible seleccionada del grupo constituido por las resinas epoxi, bismaleimidas, fenólicas, poliésteres, vinilésteres, polieterimida y sus mezclas. Con carácter todavía más preferente, la capa de refuerzo forma un material compuesto termoendurecible resina epoxi/carbono o epoxi/aramida o epoxi/vidrio, estando formada, por ejemplo, a partir de una o varias trenzas de carbono o aramida o vidrio infundidas con una resina epoxi, por ejemplo.

40 En relación con este primer ejemplo, se hace notar que la capa interna forma un macho a la vez de laminado y de infusión para estos medios de refuerzo.

45 Se hace notar, asimismo, que estos medios de refuerzo, tales como una o varias trenzas, que son laminados en seco sobre la capa subyacente, tal como la capa interna, adoptan así, fácilmente, los radios de curvatura de esta capa previamente curvada, moldeada y/o acodada.

50 Se hace notar, adicionalmente, que para tuberías de combustible que dictan evitar los arcos eléctricos que pueden provocar explosiones, el material termoplástico o elastomérico termoplástico de la capa interna se puede hacer conductor, por ejemplo mediante adición de cargas (p. ej., negro de carbón, grafito, etc.) o de fibras conductoras (p. ej., fibras de carbono cortas, largas o continuas) para evacuar las cargas electrostáticas generadas por los desplazamientos del fluido en el interior del tubo.

Igualmente, en la infusión, podrán agregarse refuerzos conductores sobresalientes, tales como trenzas, para permitir conducir las cargas electrostáticas hacia los soportes de fijación o las estructuras vecinas sin provocar salto de chispas ("arcing" en inglés) hacia estas estructuras.

5 De acuerdo con un segundo ejemplo de la invención, estos medios de refuerzo ventajosamente son preimpregnados mediante dicha matriz termoendurecible, consolidados en su contacto con la capa subyacente del tubo y luego reticulados. Se hace notar, no obstante, que esta preimpregnación presenta el relativo inconveniente de llevar aparejado un coste más elevado que el inherente a la técnica de infusión.

Con referencia a la alternativa (ii) del método a) según la invención, la capa de refuerzo y los medios de refuerzo que lleva incluidos pueden estar conformados:

- 10 - bien a partir de un elemento de material compuesto continuo tal como una cinta que contiene dichas fibras de refuerzo entremezcladas con dichas fibras o polvos termoplásticos y que va arrollado alrededor de la capa interna,
- 15 - o bien a partir de una o varias trenzas impregnadas por dicho recubrimiento polimérico plástico reticulable por vía química, preferentemente mediante un moldeo de tipo reacción "RIM", por ejemplo basado en un poliuretano (estando realizadas estas trenzas, por ejemplo, en fibras de carbono).

20 Se hace notar que la temperatura de transformación de la matriz termoplástica, que se elige inferior a la de la capa interna subyacente, evita toda deformación o alteración de la geometría o de las propiedades de esta capa interna durante la consolidación de la capa de refuerzo que se efectúa por encima de su temperatura de fusión. La matriz termoplástica u oligómero reticulable puede estar en forma líquida a fin de ser infundible, o bien utilizable en cualquier otro procedimiento de impregnación que permita una compactación y una reticulación a muy baja presión.

Con referencia al método b) según la invención, dichas fibras de refuerzo, tales como fibras de carbono, de vidrio o de aramida, se entremezclan con dicho material termoplástico para conformar la capa de refuerzo que se lamina o calza sobre la capa subyacente, tal como la capa interna.

25 Ventajosamente, el tubo puede comprender opcionalmente una cubierta externa definitoria de su superficie radialmente exterior, estando destinada esta cubierta, por ejemplo, a mejorar las propiedades físicas y la resistencia química del tubo y/o a amortiguar las vibraciones recibidas y/o a encargarse de un aislamiento eléctrico y/o térmico y/o a mejorar la resistencia a los impactos del tubo.

30 De acuerdo con otra característica de la invención, la canalización puede incorporar bridas de conexión del tubo al resto de la tubería, estando cada brida realizada en un material metálico, termoplástico o termoplástico compuesto y siendo solidaria de dichos medios de refuerzo recubriendo parcialmente estos últimos por sobremoldeo directo en un extremo del tubo, de manera tal que estos medios de refuerzo aseguren la continuidad de esfuerzos mecánicos de la canalización.

35 Estos medios de refuerzo pueden entonces estar abrazados por sus dos caras radialmente interna y externa por dos pestañas que incluye cada brida, y se solidarizan con estas pestañas en la infusión mediante dicha matriz termoendurecible sobremoldeada en estos medios de refuerzo, con referencia a la alternativa (i) de la etapa a) según la invención. Así, cada extremo libre de estos medios de refuerzo, tales como una trenza, queda íntimamente relacionado con la correspondiente brida en esta única operación de infusión, confiriendo así un comportamiento mecánico máximo al tubo provisto de las bridas.

40 Preferentemente, cada brida puede estar realizada en un material termoplástico o termoplástico compuesto y va enchufada o soldada mediante giro sobre la cara radialmente interna de la capa interna del tubo. Se hace notar que este enchufe puede estar facilitado por la naturaleza elastomérica termoplástica de la capa interna y que, como variante, estas bridas podrían estar pegadas, engastadas o enchufadas, ya que el termoplástico presenta la ventaja de permanecer deformable, a diferencia de un termoendurecible.

45 Asimismo con carácter preferente, cada brida puede contener insertos electroconductores, por ejemplo metálicos o de tipo trenza(s) conductora(s), sobre los cuales se sobremoldea ésta, a fin de obtener una conductividad eléctrica determinada para la canalización, hecha así más o menos conductora o aislante, o de poder conectarla eléctricamente a las estructuras colindantes (puestas a masa).

Las bridas pueden estar o no cargadas con fibras o cargas que pueden cumplir varias misiones:

- 50 - para el reforzamiento: fibras cortas o largas, y
- para la conductividad eléctrica: pueden incorporarse diferentes cargas en estas bridas para adecuar su conductividad.

Además, la forma y los contactos internos de las bridas también pueden permitir asegurar una equipotencialidad eléctrica entre el interior y el exterior del tubo.

Una estructura aeronáutica según la invención (p. ej., un ala de avión) que contiene tuberías de trasvase de fluidos (p. ej., tuberías hidráulicas de combustible, de aceites o de fluidos de extinción) se caracteriza por que una o varias canalizaciones de una al menos de estas tuberías es tal y como se ha definido anteriormente.

5 Un procedimiento de fabricación según la invención de una canalización tal y como se ha definido anteriormente comprende esencialmente las siguientes etapas sucesivas:

- A) modelado de la capa interna termoplástica o elastomérica termoplástica (cargada o no) preferentemente por extrusión, con opcional deposición de al menos una capa intermedia sobre esta capa interna, para la obtención de una preforma de geometría, bien rectilínea, o bien curvada y/o acodada (preferentemente tridimensional),
- 10 B) calzadura o laminado *in situ* de dichos medios de refuerzo directamente sobre esta preforma, que constituye así un macho funcional de calzadura o de laminado,
- C) consolidación *in situ* de estos medios de refuerzo en contacto con este macho mediante una matriz termoendurecible o termoplástica con, opcionalmente, solo en el caso en que la etapa B) es puesta en práctica sobre una preforma de geometría rectilínea, un moldeo por soplado del macho rectilíneo reblandecido por precalentamiento a continuación de esta etapa B) para la obtención de una estructura multicapa de geometría curvada y/o acodada, y luego
- 15 D) reticulación y/o enfriamiento de esta estructura multicapa, para la obtención del tubo curvado y/o acodado y con capa de refuerzo compuesta.

20 Con referencia al método a) antedicho según la invención, la preforma modelada en la etapa A), de geometría inicialmente rectilínea, se somete a un conformado en caliente para la obtención, en vistas a la etapa B), de un macho destinado a la calzadura o al laminado que está previamente curvado y/o acodado, de geometría preferentemente tridimensional.

Se puede poner en práctica este conformado en caliente:

- bien calentando localmente la preforma para un curvado con precalentamiento,
- 25 - o bien calentando el conjunto de la preforma a una temperatura predeterminada que permita su reblandecimiento y soplandola o termoconformándola en un molde bajo una presión muy pequeña y sin vejiga hinchable, ya que es el propio tubo así conformado el que hace las veces de la misma.

30 Se hace notar que este conformado en caliente tan solo precisa de esfuerzos o presiones muy pequeños, merced al reblandecimiento de la preforma termoplástica o elastomérica termoplástica calentada con anterioridad, y permite prescindir de cualquier otro macho interno.

Con referencia a la alternativa (i) del método a) antedicho, ventajosamente se ponen en práctica las etapas B) y C) mediante un laminado de los medios de refuerzo, tales como una o varias trenzas, por ejemplo de carbono, sobre el macho curvado y/o acodado conformado en A), con:

- 35 - bien un laminado en seco de los medios de refuerzo seguido de su infusión a vacío en la etapa C) por medio de dicha matriz termoendurecible sobremoldeada en estado líquido, tal como una resina epoxi, constituyendo así este macho un macho funcional de laminado y de infusión,
- o bien la utilización, para este laminado, de un preimpregnado que se consolida en su contacto con el macho en la etapa C).

40 Consiste, así, el principio de la invención, en separar la realización de la capa interna de aquella de la capa de refuerzo externa y, de conformidad con esta alternativa (i) del método a), en hacer uso directo de esta capa interna previamente conformada como macho de laminado y de infusión en la realización del refuerzo. Con carácter general, con referencia a los métodos a) y b) de la invención, el tubo funcional interno asume en ambos casos la misión de mandril o soporte sobre el que se fabrica la capa de refuerzo. Asegura una resistencia química y la estanqueidad a los fluidos que se encuentran en el interior del tubo, y también permite adecuar la conductividad eléctrica interna del tubo finalmente obtenido.

45 Todavía más ventajosamente para este alternativa (i), se elige poner en práctica este laminado en seco seguido de la infusión utilizando una lona o bolsa de vacío flexible para esta infusión.

Con referencia a la alternativa (ii) del método a) según la invención, ventajosamente se ponen en práctica las etapas B) y C):

- 50 - bien mediante el arrollamiento alrededor del macho de un elemento de material compuesto continuo tal como un hilo o una cinta que contiene dichas fibras de refuerzo entremezcladas con dichas fibras o polvos

termoplásticos,

- o bien mediante la impregnación de dichos medios de refuerzo por medio de dicho recubrimiento polimérico plástico reticulable por vía química, preferentemente mediante un moldeo de tipo reacción "RIM", por ejemplo por medio de un poliuretano.

5 Con referencia al método b) según la invención, la etapa B) es puesta en práctica directamente sobre una preforma de geometría rectilínea obtenida en la etapa A), sin conformado en caliente de esta preforma.

10 Como se ha indicado anteriormente, se modela entonces, en primera instancia, la capa interna del tubo según una geometría inicial rectilínea (es decir, ni curvada, ni acodada), lo cual presenta la ventaja de reducir el procedimiento de fabricación del tubo. Seguidamente, se recubre esta capa interna con la capa de refuerzo en un material fibroso (por ejemplo, por laminado, "envoltura" o calzadura de una preforma o de una trenza) entremezclado en estado de fibras de refuerzo (p. ej., de carbono, de vidrio o de aramida) con un material termoplástico formado a partir de otras fibras, de una película o también de un polvo. Se precalienta la estructura así obtenida a su temperatura de reblandecimiento y se coloca en un molde (cuya cavidad presenta un diámetro ligeramente superior al de la estructura), donde se la somete a un soplado para conferirle la geometría curvada y/o acodada buscada.

15 Se hace notar que el tubo formado por la capa interna, en estas condiciones, no presenta el más mínimo riesgo de colapso por el hecho de estar en presión, mientras que este riesgo existe, aun siendo escaso, con el método a) según la invención, que recurre a una depresión para la etapa de consolidación.

En lo que respecta a la etapa D) de reticulación, ésta se pone en práctica a vacío en una estufa, es decir, sin requerir pasar por el autoclave ni otro utillaje complejo.

20 Con carácter general, se hace notar que este procedimiento según la invención permite una aportación sencilla:

- de refuerzos locales (p. ej., trenzas, tejidos, cintas unidireccionales, tejidos de punto) en la capa de refuerzo sin afectar a los utillajes de producción utilizados,
- de una capa intermedia amortiguadora preferentemente ubicada entre dos refuerzos fibrosos para amortiguar los eventuales modos vibratorios de los tubos (cf., por ejemplo, la excitación de "windmilling" o funcionamiento en molinete de aviones que han perdido una pala en un reactor) y
- bridas terminales postizas.

30 De acuerdo con otra característica de la invención, este procedimiento de fabricación puede comprender, además, la solidarización en la etapa C) de bridas de conexión del tubo con los medios de refuerzo, de manera que cada brida recubre parcialmente estos últimos en un extremo del tubo, para que estos medios de refuerzo se encarguen de la continuidad mecánica de la canalización.

Ventajosamente, se realiza esta solidarización mediante el sobremoldeo de dicha matriz termoendurecible inherente a la infusión en el caso de la alternativa (i) del método a), abrazando los medios de refuerzo por sus dos caras radialmente interna y externa mediante dos pestañas que incluye cada brida.

35 Así, la operación de infusión puede servir asimismo para sobremoldear estas bridas terminales directamente con el tubo, encargándose al propio tiempo de la continuidad de los esfuerzos mecánicos con los medios de refuerzo laminados.

También ventajosamente, se enchufa o suelda mediante giro o ultrasonidos cada brida, la cual está realizada entonces preferentemente en un material termoplástico o termoplástico compuesto, sobre la cara radialmente interna de la capa interna del tubo.

40 Se hace notar que los extremos del macho interno (es decir, de la capa interna, típicamente) pueden ser conformados previamente con el fin de facilitar el ensamblaje de las bridas.

Otras características, ventajas y detalles de la presente invención se desprenderán con la lectura de la siguiente descripción de varios ejemplos de realización de la invención, dados a título ilustrativo y no limitativo, realizándose dicha descripción con referencia al adjunto dibujo, en el que:

45 la figura 1 es un dibujo que muestra en perspectiva una canalización tridimensional según la invención,

la figura 2 es un dibujo que muestra en perspectiva una trenza de carbono en estado desenrollado, utilizable como medio de refuerzo en una capa de refuerzo de esta canalización según la invención, y

la figura 3 es una vista esquemática parcial en sección axial de una canalización formada a partir de un tubo provisto de bridas de conexión, según un ejemplo de realización de la invención.

50 Como es visible en la figura 3, una canalización 1 según la invención, que comprende un tubo 2 en cuyos extremos

se hallan conectadas unas bridas 3, es tal que el tubo 2 comprende esencialmente:

- 5 - una capa radialmente interna 4 realizada en un material termoplástico o elastomérico termoplástico (preferentemente en poliamida) que es estanco y químicamente resistente al fluido transportado (por ejemplo, combustible), estando conformada esta capa, por ejemplo, en caliente independientemente de la capa de refuerzo 5 que está destinada a recibir en el caso del método a) según la invención, para conferir al tubo una geometría curvada y/o acodada, preferentemente tridimensional, como es visible en la figura 1, y
- 10 - la capa de refuerzo 5 que corona la capa interna 4 (como se ha indicado anteriormente, se podrían intercalar radialmente una o varias capas intermedias entre estas capas 4 y 5) y que está realizada en un material compuesto basado en medios de refuerzo 6 (tales como una o varias trenzas de carbono, véase la figura 2, preferentemente trenzada(s) con un ángulo de aproximadamente 54° a lo largo de al menos una parte de su longitud para el mantenimiento en equilibrio a presión de esta capa 5) laminados directamente sobre esta capa 4.

Más concretamente y siempre en el ejemplo del método a) según la invención, estos medios de refuerzo 6 son, potestativamente:

- 15 (i) impregnados con una matriz termoendurecible, formando la capa 5 un material compuesto termoendurecible, o bien,
- (ii) bien fibras de refuerzo entremezcladas con fibras o polvos termoplásticos, o bien impregnados con un recubrimiento polimérico plástico que es reticulable por vía química, preferentemente por intermedio de un moldeo de tipo reacción "RIM" por ejemplo basado en un poliuretano, formando la capa de refuerzo un material compuesto termoplástico.

25 Preferentemente, estos medios de refuerzo 6 según el método a) se laminan en seco sobre la capa 4 y luego se infunden a vacío en contacto con la misma, por intermedio de una lona de vacío flexible, por medio de una resina termoendurecible sobremoldeada en estado líquido, como por ejemplo, sin carácter limitativo, una resina epoxi. De este modo, la capa 4 forma un macho a la vez de laminado y de infusión para estos medios de refuerzo 6. A continuación, se reticula a vacío la estructura obtenida en una estufa.

30 Como se ilustra en la figura 3, ventajosamente se pueden solidarizar, durante la operación de consolidación por infusión de la capa 5, las bridas de conexión 3 del tubo 2 con los medios de refuerzo 6 laminados (p. ej., la o las trenzas), de manera que cada brida recubre parcialmente los medios de refuerzo 6 en un extremo 5a de la capa 5 estando relacionada estrechamente con estos últimos. De acuerdo con la invención, se realiza esta solidarización mediante el sobremoldeo de la resina termoendurecible líquida utilizada en la infusión, abrazando el extremo 5a de los medios de refuerzo 6 mediante dos pestañas 3a y 3b radialmente externa e interna que incluye cada brida 3.

Se puede, además, enchufar o soldar mediante giro (es decir, por fricción) cada brida 3, en el caso preferente de estar realizada en un material termoplástico o termoplástico compuesto), sobre la cara radialmente interna de la capa interna 4 del tubo 2, por intermedio de una porción interna 3c de esta brida 3.

35 De esta manera, los medios de refuerzo 6 así consolidados por la resina se encargan, previa reticulación de la misma, de la continuidad mecánica de la canalización 1 frente a esfuerzos que se concentran en ella en utilización.

40 Como se ha explicado anteriormente con referencia al método b) según la invención, cabe también la posibilidad de recubrir directamente la capa interna 4, en su geometría inicial rectilínea, con la capa de refuerzo 5 donde los medios de refuerzo 6 son fibras de refuerzo entremezcladas con un material termoplástico (indistintamente en forma de fibras, de películas o de polvo) y dar luego su geometría final curvada y/o acodada a la estructura reblandecida con anterioridad mediante una técnica de soplado en un molde adaptado.

REIVINDICACIONES

1. Canalización (1) utilizable para una tubería de combustible de vehículo aéreo o espacial, incluyendo la canalización al menos un tubo multicapa (2) que comprende una capa radialmente interna (4) que está realizada en un material termoplástico basado en al menos un polímero termoplástico seleccionado del grupo constituido por las poliamidas (PA), las polietereimidas (PEI), los polisulfuros de fenileno (PPS), las poliéter-éter-cetonas (PEEK), las poliéter-cetona-cetonas (PEKK) y sus mezclas, o en un elastómero termoplástico y que es estanca y químicamente resistente al combustible transportado, y al menos una capa de refuerzo (5) situada radialmente por encima de la capa interna, caracterizada por que el tubo presenta una geometría curvada y/o acodada, preferentemente tridimensional, y por que la capa de refuerzo está realizada en un material compuesto basado en medios de refuerzo (6) que están en contacto íntimo y directo con la capa subyacente, tal como la capa interna, obteniéndose dicha geometría siguiendo uno u otro de los dos siguientes métodos a) y b):
- a) la capa interna se conforma en caliente con anterioridad independientemente de la capa de refuerzo para hacer que pase de una geometría inicial rectilínea a esa geometría curvada y/o acodada, siendo dichos medios de refuerzo, potestativamente:
- (i) basados en al menos una trenza cilíndrica fibrosa impregnada con una matriz termoendurecible, formando la capa de refuerzo un material compuesto termoendurecible con matriz termoendurecible de temperatura de reticulación inferior a la temperatura de fusión de dicha capa subyacente, o,
- (ii) bien fibras de refuerzo entremezcladas con fibras o polvos termoplásticos, o bien impregnados con un recubrimiento polimérico plástico que es reticulable por vía química, formando en estos dos casos la capa de refuerzo un material compuesto termoplástico con matriz termoplástica de temperatura de transformación inferior a la de dicha capa subyacente; o bien
- b) la capa interna, en su geometría inicial rectilínea, es recubierta con anterioridad con la capa de refuerzo en la que dichos medios de refuerzo son fibras de refuerzo entremezcladas con un material termoplástico en forma de fibras, de una película o de polvo, y luego, esta capa interna así recubierta y reblandecida es moldeada por soplado, para conferir al tubo su geometría curvada y/o acodada, formando la capa de refuerzo obtenida un material compuesto con matriz termoplástica.
2. Canalización (1) según la reivindicación 1, caracterizada por que dichos medios de refuerzo (6) según los casos a) (ii) y b) son de tipo fibroso, seleccionándose del grupo constituido por una o varias trenzas, uno o varios tejidos de punto, uno o varios pliegues de tejido, cintas unidireccionales, complejos de tipo con alma no tejida a ambos lados de la cual van cosidas o tricotadas mantas o tejidos, complejos basados en fibras de refuerzo termoendurecidas y combinaciones de estos medios de refuerzo, por ejemplo con un material amortiguador, tal como un elastómero.
3. Canalización (1) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada por que dichos medios de refuerzo (6) comprenden dichas trenzas cilíndricas opcionalmente separadas entre sí por capas amortiguadoras de las vibraciones, estando preferentemente realizada la o cada trenza en carbono, siendo preferentemente el ángulo de trenzado que forma la o cada trenza (6) con el eje de simetría (X) del tubo (2) sensiblemente igual a 54° a lo largo de al menos una porción del tubo, a fin de evitar la fluencia a temperatura de la capa subyacente, tal como la capa interna (4), o de la matriz termoplástica de la capa de refuerzo, y de mantener en equilibrio esta trenza sobre estas capas cuando son puestas bajo presión.
4. Canalización (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la capa interna (4) está basada en al menos una poliamida que se selecciona del grupo constituido por las PA6, PA6.6, PA11, PA12 y sus mezclas, y que presenta una temperatura de transición vítrea Tg reducida y, por ejemplo, próxima a 45 °C, evitando un ángulo de trenzado sensiblemente igual a 54° la fluencia a temperaturas de utilización superiores de esta capa interna.
5. Canalización (1) según la reivindicación 3, caracterizada por que la capa interna (4) está basada en al menos un elastómero termoplástico, preferentemente una aleación de vulcanizados termoplásticos (TPV).
6. Canalización (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que dichos medios de refuerzo (6) de la capa de refuerzo (5) son laminados o calzados directamente sobre la capa interna (4), la cual forma entonces un macho de laminado funcional.
7. Canalización (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que dicho tubo (2) comprende, radialmente entre la capa interna (4) y la capa de refuerzo (5) adyacente, al menos una capa intermedia de conductividad eléctrica por ejemplo prevista para reducir la conductividad eléctrica de conjunto del tubo frente a riesgos de impacto de rayos y de explosión del fluido transportado, laminándose directamente dichos medios de refuerzo de la capa de refuerzo sobre la capa intermedia subyacente.
8. Canalización (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la capa de refuerzo (5)

y dichos medios de refuerzo (6) que lleva incluidos son tales y como se definen en la alternativa (i) del método a), laminándose o calzándose directamente estos últimos sobre la capa subyacente, tal como la capa interna (4).

- 5 9. Canalización (1) según la reivindicación 8, caracterizada por que dichos medios de refuerzo (6) se laminan en seco y se infunden a vacío por medio de dicha matriz termoendurecible sobremoldeada en estado líquido, y por que, preferentemente, la capa interna (4) está basada en al menos una poliamida seleccionada del grupo constituido por las PA6, PA6.6, PA11, PA12 y sus mezclas, presentando esta capa interna un espesor minimizado en relación con la depresión utilizada para esta infusión a vacío.
- 10 10. Canalización (1) según la reivindicación 9, caracterizada por que dichos medios de refuerzo (6) se infunden a vacío por medio de una resina líquida termoendurecible seleccionada del grupo constituido por las resinas epoxi, bismaleimidas (BMI), fenólicas, poliésteres, vinilésteres, polieterimida (PEI) y sus mezclas, y por que, preferentemente, la capa de refuerzo (5) forma un material compuesto termoendurecible resina epoxi/carbono o epoxi/aramida o epoxi/vidrio, estando formada preferentemente a partir de una o varias trenzas (6) de carbono infundidas con una resina epoxi.
- 15 11. Canalización (1) según la reivindicación 6 y según la reivindicación 9 ó 10, caracterizada por que la capa interna (4) forma un macho a la vez de laminado y de infusión para dichos medios de refuerzo (6).
12. Canalización (1) según la reivindicación 8, caracterizada por que dichos medios de refuerzo (6) son preimpregnados mediante dicha matriz termoendurecible, consolidados en su contacto con la capa subyacente (4) del tubo (2) y luego reticulados.
- 20 13. Canalización (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que la capa de refuerzo (5) y dichos medios de refuerzo (6) que lleva incluidos son tales y como están definidos en la alternativa (ii) del método a), estando conformada esta capa de refuerzo:
- bien a partir de un elemento de material compuesto continuo tal como una cinta que contiene dichas fibras de refuerzo entremezcladas con dichas fibras o polvos termoplásticos y que va arrollado alrededor de la capa interna (4),
 - 25 - o bien a partir de una o varias trenzas impregnadas por dicho recubrimiento polimérico plástico reticulable por vía química, preferentemente mediante un moldeo de tipo reacción "RIM", por ejemplo basado en un poliuretano.
- 30 14. Canalización (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que dicho tubo (2) se obtiene por el método b), entremezclándose dichas fibras de refuerzo (6), tales como fibras de carbono, de vidrio o de aramida, con dicho material termoplástico para conformar la capa de refuerzo (5) que se lamina o calza sobre la capa subyacente, tal como la capa interna (4), pudiendo entonces presentar la matriz termoplástica de esta capa de refuerzo una temperatura de transformación próxima a la de esta capa subyacente.
- 35 15. Canalización (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por incorporar bridas de conexión (3) del tubo (2) al resto de la tubería, estando cada brida realizada en un material metálico, termoplástico o termoplástico compuesto y siendo solidaria de dichos medios de refuerzo (6) recubriendo parcialmente estos últimos en un extremo (5a) del tubo, de manera tal que estos medios de refuerzo aseguren la continuidad mecánica de la canalización.
- 40 16. Canalización (1) según una de las reivindicaciones 9 a 11 y según la reivindicación 15, caracterizada por que dichos medios de refuerzo (6) están abrazados por sus dos caras radialmente interna y externa por dos pestañas (3a y 3b) que incluye cada brida (3), y se solidarizan con estas pestañas en la infusión mediante dicha matriz termoendurecible sobremoldeada en estos medios de refuerzo.
- 45 17. Canalización (1) según la reivindicación 15 ó 16, caracterizada por que cada brida (3) está realizada en un material termoplástico o termoplástico compuesto y está enchufada o soldada mediante giro o ultrasonidos sobre la cara radialmente interna de la capa interna (4) del tubo (2), y por que, preferentemente, cada brida (3) contiene insertos electroconductores, por ejemplo metálicos o de tipo trenza(s) conductora(s), sobre los cuales se sobremoldea ésta, a fin de obtener una conductividad eléctrica determinada para la canalización o de poder conectarla eléctricamente a las estructuras colindantes.
- 50 18. Canalización (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que dicho tubo (2) comprende una cubierta externa definitiva de su superficie radialmente exterior, estando destinada esta cubierta, por ejemplo, a mejorar las propiedades físicas y la resistencia química del tubo y/o a amortiguar las vibraciones recibidas y/o a encargarse de un aislamiento eléctrico y/o térmico y/o a mejorar la resistencia a los impactos del tubo.
- 55 19. Estructura aeronáutica que contiene tuberías de trasvase de fluidos, caracterizada por que una o varias canalizaciones (1) de una al menos de estas tuberías es tal y como está definida en una de las reivindicaciones anteriores.

20. Procedimiento de fabricación de una canalización (1) según una de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizado por comprender esencialmente las siguientes etapas sucesivas:

- 5 A) modelado de la capa interna (4) termoplástica o elastomérica termoplástica preferentemente por extrusión, con opcional deposición de al menos una capa intermedia sobre esta capa interna, para la obtención de una preforma de geometría, bien rectilínea, o bien curvada y/o acodada,
- B) calzadura o laminado *in situ* de dichos medios de refuerzo (6) directamente sobre esta preforma, que constituye así un macho funcional de calzadura o de laminado,
- 10 C) consolidación *in situ* de estos medios de refuerzo en contacto con este macho mediante una matriz termoendurecible o termoplástica con, opcionalmente, solo en el caso en que la etapa B) es puesta en práctica sobre una preforma de geometría rectilínea, un moldeo por soplado del macho rectilíneo reblandecido por precalentamiento a continuación de esta etapa B) para la obtención de una estructura multicapa de geometría curvada y/o acodada, y luego
- 15 D) reticulación y/o enfriamiento de esta estructura multicapa, para la obtención del tubo (2) curvado y/o acodado y con capa de refuerzo (5) de material compuesto, realizándose esta reticulación, por ejemplo, a vacío en una estufa.

21. Procedimiento según la reivindicación 20, caracterizado por que la preforma modelada en la etapa A), de geometría inicialmente rectilínea, se somete a un conformado en caliente para la obtención, en vistas a la etapa B), de un macho (4) de calzadura o de laminado que está previamente curvado y/o acodado y de geometría preferentemente tridimensional, y por que, preferentemente, se pone en práctica este conformado en caliente:

- 20 - bien calentando localmente la preforma para un curvado con precalentamiento,
- o bien calentando el conjunto de la preforma a una temperatura predeterminada que permita su reblandecimiento y soplandola o termoconformándola en un molde bajo una presión interna, sin ninguna vejiga hinchable.

22. Procedimiento según la reivindicación 21, caracterizado por que se ponen en práctica las etapas B) y C), de conformidad con la alternativa (i), mediante un laminado de dichos medios de refuerzo (6), tales como una o varias trenzas, por ejemplo de carbono, sobre el macho (4) curvado y/o acodado conformado en A), con:

- 25 - bien un laminado en seco de dichos medios de refuerzo en la etapa B) seguido de su infusión a vacío en la etapa C) por medio de dicha matriz termoendurecible sobremoldeada en estado líquido, tal como una resina epoxi, constituyendo así este macho un macho funcional de laminado y de infusión,
- 30 - o bien la utilización, para este laminado, de un preimpregnado que se consolida en su contacto con el macho en la etapa C);

y por que, preferentemente, se pone en práctica este laminado en seco seguido de esta infusión utilizando una lona o bolsa de vacío flexible.

23. Procedimiento según la reivindicación 21, caracterizado por que se ponen en práctica las etapas B) y C), de conformidad con la alternativa (ii):

- 35 - bien mediante el arrollamiento alrededor del macho (4) de un elemento de material compuesto continuo tal como una cinta que contiene dichas fibras de refuerzo entremezcladas con dichas fibras o polvos termoplásticos,
- 40 - o bien mediante la impregnación de dichos medios de refuerzo (6) por medio de dicho recubrimiento polimérico plástico reticulable por vía química, preferentemente mediante un moldeo de tipo reacción "RIM", por ejemplo por medio de un poliuretano.

24. Procedimiento según la reivindicación 20, caracterizado por que la etapa B) es puesta en práctica directamente sobre una preforma de geometría rectilínea obtenida en la etapa A), sin conformado en caliente de esta preforma.

45 25. Procedimiento según una de las reivindicaciones 21 a 23, caracterizado por comprender, además, la solidarización en la etapa C) de bridas (3) de conexión del tubo (2) con dichos medios de refuerzo (6), de manera que cada brida recubra parcialmente estos últimos en un extremo (5a) del tubo, para que estos medios de refuerzo se encarguen de la continuidad mecánica de la canalización.

50 26. Procedimiento según las reivindicaciones 22 y 25, caracterizado por que se realiza esta solidarización mediante el sobremoldeo de dicha matriz termoendurecible inherente a la infusión abrazando dichos medios de refuerzo (6) por sus dos caras radialmente interna y externa mediante dos pestañas (3a y 3b) que incluye cada brida

(3).

27. Procedimiento según la reivindicación 25 ó 26, caracterizado por que se enchufa o suelda mediante giro o ultrasonidos cada brida (3), la cual está realizada preferentemente en un material termoplástico o termoplástico compuesto, sobre la cara radialmente interna de la capa interna (4) del tubo (2).

5

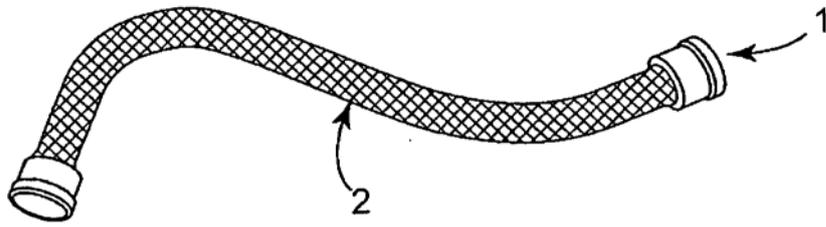


FIG. 1

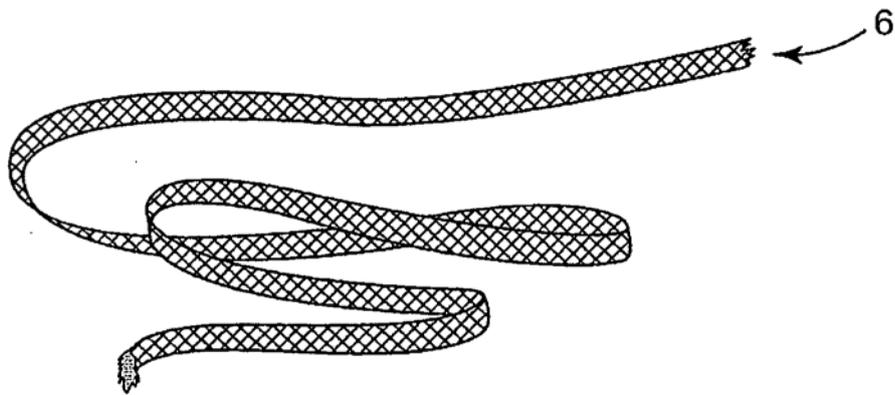


FIG. 2

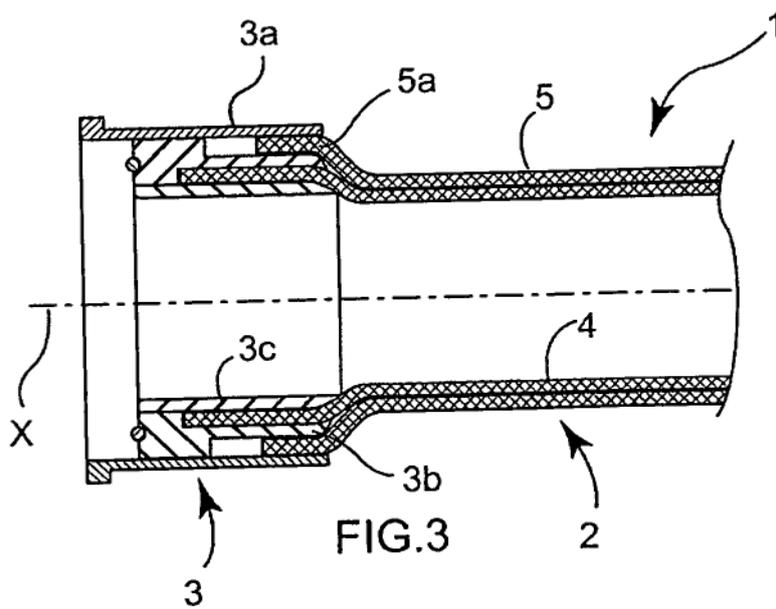


FIG. 3