

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 472 890**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/30** (2006.01)

**B29C 70/48** (2006.01)

**B29L 31/24** (2006.01)

**B29K 71/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2010 E 10701230 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.04.2014 EP 2389287**

54 Título: **Procedimiento de realización de piezas compuestas de forma compleja**

30 Prioridad:

**22.01.2009 FR 0900281**

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

**03.07.2014**

73 Titular/es:

**EUROPEAN AERONAUTIC DEFENCE AND  
SPACE COMPANY EADS FRANCE (50.0%)  
37 Bld de Montmorency  
75016 Paris, FR y  
COMPOSITES ATLANTIC LIMITED (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CAVALIERE, FRÉDÉRIK;  
GUITTON, MAURICE y  
GUITTON, SEVERINE**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 472 890 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**

Procedimiento de realización de piezas compuestas de forma compleja

5 La presente invención pertenece al dominio de las piezas compuestas. Concierno más particularmente a los procedimientos de realización de piezas de forma compleja. Todavía más específicamente, la aplicación objetivo concierne principalmente a la realización de piezas tubulares del tipo tuberías aeronáuticas destinadas al circuito de aire.

10 En el dominio aeronáutico, los materiales compuestos son cada vez más utilizados para la realización de piezas, particularmente estructurales. Se entiende por piezas estructurales las piezas que forman parte de la estructura primaria de la aeronave, que recoge los esfuerzos mecánicos creados por los motores, las alas y el tren de aterrizaje principalmente.

Sin embargo, un número creciente de piezas no estructurales son actualmente realizadas con materiales compuestos.

Dichos materiales están típicamente constituidos por capas de fibras, eventualmente cruzadas, ahogadas en una resina termoendurecible.

15 En lo que concierne estas piezas, numerosos trabajos tratan sobre los procedimientos de realización habitualmente empleados con el fin de:

-disminuir el precio de coste de las piezas (que incluye en particular el precio de las herramientas, el tiempo de realización, el ensamblaje si estas piezas están realizadas en varios trozos destinadas a ser ensambladas),

20 -integrar más funciones (lo que se traduce por un aumento de la complejidad geométrica y por tanto de la realización de las piezas),

-identificar unos materiales que permitan responder mejor a las exigencias de seguridad (principalmente a las normas de fuego, humo, toxicidad).

25 Es el caso principalmente de las piezas no estructurales del tipo tuberías de canalizaciones aeronáuticas para el circuito de aire, que son realizadas mediante trozos y son después ensambladas. Estas piezas presentan habitualmente una gran complejidad. Su forma exterior incluye eventualmente unas ramificaciones, unos codos, y son habitualmente de sección variable. Además, el interior de estas tuberías presenta eventualmente un deflector o separación.

30 Estas restricciones geométricas precisan entonces, para la realización de estas piezas, de numerosas y costosas herramientas. Alternativamente, son realizadas en numerosos segmentos ensamblados a continuación. Por otra parte, estas piezas están sometidas a restricciones de materiales, debiendo ser realizadas con materiales que respondan a normas de fuego, humo, toxicidad etcétera.

El objetivo de este invento es entonces proponer un procedimiento de fabricación de piezas compuestas aeronáuticas de formas complejas, que permite:

-disminuir y simplificar las herramientas (objetivo: reducción de los costes no recurrentes),

35 -simplificar la fabricación y el ensamblaje de las piezas (objetivo: reducción de los costes recurrentes),

-la creación de formas muy complejas no realizables mediante los procedimientos tradicionales,

-la utilización de materiales más adaptados para responder a las normas de fuego, humo, toxicidad.

40 A este efecto, el procedimiento de realización de piezas de forma geométrica compleja, incluyendo dicha forma geométrica por ejemplo unos codos, ramificaciones, deflectores, secciones o espesores variables, incluye unas etapas:

-de creación de una pieza-núcleo de geometría principalmente similar a la de la forma buscada, salvo en lo que concierne al espesor exterior, mediante un procedimiento de creación tridimensional,

45 -de revestimiento de al menos una de estas piezas-núcleo mediante unas fibras previamente o posteriormente impregnadas de resina, de manera que llegue a las dimensiones finales de la forma buscada después del endurecimiento de la resina,

-de endurecimiento de la resina.

Se comprende que se trata de un procedimiento de realización de una pieza de forma geométrica compleja de material compuesto dotada de una estructura reforzada de fibras.

Eventualmente, el procedimiento incluye igualmente una etapa de ensamblaje de la pieza-núcleo con unas piezas complementarias, antes del revestimiento de al menos una parte del conjunto mediante fibras previamente o posteriormente impregnadas de resina.

- 5 Esta disposición se refiere al caso de piezas finales en varias partes, en el que un elemento tiene una forma muy compleja, y por ejemplo unos elementos tubulares de forma simple, debiendo estar revestido el conjunto conjuntamente de fibras impregnadas de resina por razones mecánicas u otras.

El procedimiento de creación tridimensional es un procedimiento de fusión láser (SLS).

La resina termoplástica utilizada es una resina termoplástica de muy alta temperatura.

Más particularmente, se trata de una resina termoplástica de muy alta temperatura del tipo PEEK (polietercetona).

- 10 Se comprende que el invento combina unos procedimientos conocidos de realización de piezas compuestas empleadas en aeronáutica y un procedimiento de fusión láser, a priori no utilizado en el dominio aeronáutico ya que produce piezas no aptas para responder a las restricciones de una utilización en medio aeronáutico con normas de seguridad severas.

- 15 En el dominio de la fabricación de piezas de forma compleja, se conocen, típicamente en el dominio médico, unos procedimientos de tipo fusión láser (en inglés laser sintering) habitualmente utilizados para la realización de piezas metálicas de prototipos sin herramientas a partir de polvos.

De forma simplificada, un procedimiento de fusión láser del tipo SLS (Selective Laser Sintering), igualmente a veces llamado impresión directa metal en 3D, es una técnica de fritage (calentamiento y fusión) de láser selectivo sin fase líquida.

- 20 Se crean así unos objetos que presentan una geometría tridimensional tan compleja como se desee, capa a capa, constituidos a medida sobre la capa inferior, utilizando la energía de un láser para producir la fusión local de un polvo (metal, nylon, poliestireno...) en el lugar seleccionado, correspondiendo a una parte futura completa de la pieza deseada.

- 25 El procedimiento se parece a la realización de prototipos rápida con la utilización de polvos. Tal y como se ha visto, la pieza está realizada a partir de una capa de polvo mediante consolidación de capas sucesivas en una máquina industrial.

El láser consolida la capa en superficie de la cama de polvo precalentada, el soporte de la máquina se hunde una distancia determinada, un sistema de distribución (generalmente un rodillo) deposita una nueva capa de polvo, consolidación de una nueva capa mediante láser, etcétera.

- 30 La pieza final obtenida puede presentar una forma muy compleja. No es necesaria ninguna herramienta (moldeado, fabricación etcétera) para la realización de la pieza obtenida por este procedimiento de fusión láser.

El tiempo de realización de las piezas depende de las dimensiones y de la calidad de la pieza deseada. Puede ser relativamente largo sin embargo varias piezas pueden ser realizadas al mismo tiempo lo que hace el procedimiento interesante desde un punto de vista industrial.

- 35 Estos procedimientos comienzan a ser utilizados, con polvos compuestos. El procedimiento de fusión láser está, por ejemplo, relativamente bien desarrollado para polvos del tipo poliamida (PA).

Las piezas de poliamida están más bien destinadas a ser piezas de demostración del tipo prototipo rápido. Su vida es relativamente pequeña por el hecho de su estabilidad mecánica limitada.

- 40 Unas piezas de resina del tipo PEEK han sido igualmente realizadas mediante este procedimiento, y están particularmente destinadas a piezas a medida para aplicaciones médicas (por ejemplo prótesis cervicales).

Sin embargo debido a razones de comportamiento del material y temperaturas de ejecución, la resina PEEK (polvo termoplástico de muy alta temperatura) es más difícil de utilizar que la resina de poliamida.

Se recuerda que la resina termoplástica conocida con el nombre PEEK (polímero polietercetona) es una resina de gran plasticidad, utilizada por ejemplo como revestimiento de piezas metálicas no lubricadas.

- 45 Su temperatura de fusión es de 350 °C, de donde se obtiene su apelación de resina de muy alta temperatura. Esta característica la hace utilizable en aplicaciones aeronáuticas. Puede entonces ser utilizada como resina termoplástica (ya polimerizada, al contrario que las resinas termoendurecibles, que polimerizan durante una fase de cocción del semi-producto de impregnación de las fibras en el marco de la realización de piezas de material compuesto.

Las resinas termoplásticas presentan además unas ventajas de buena resistencia al impacto, al fuego, y a la humedad.

5 En cambio, de forma general, las piezas obtenidas por un procedimiento de fusión láser, no están, por el hecho de su modo de realización, reforzadas con fibras. Sus características mecánicas son a priori débiles, y en consecuencia, estas piezas no están espontáneamente destinadas al mercado aeronáutico. Se trata habitualmente de piezas prototipo, y no de piezas destinadas a una utilización real o a una fabricación en serie.

Se conocen por otra parte en el dominio aeronáutico diversos procedimientos para realizar piezas de materiales compuestos.

De entre estos procedimientos se puede principalmente citar:

10 -el procedimiento de revestimiento de tejidos o capas de fibras largas de impregnadas de resina termoendurecible o termoplástica,

-el procedimiento de moldeado mediante transferencia de resina "RTM" (Resin Transfer Molding): realización de una preforma fibrosa con impregnación en una segunda etapa de resina termoendurecible,

15 Estos procedimientos necesitan una operación de polimerización (resina termoendurecible) o consolidación (resina termoplástica) con temperatura, en vacío, y generalmente a presión.

Estos procedimientos son utilizados para la realización de piezas estructurales o no estructurales.

20 El invento combina por tanto un procedimiento que viene del dominio médico, eligiendo por otra parte un material de trabajo adaptado a las restricciones del dominio aeronáutico, con unos procedimientos conocidos en aeronáutica, para alcanzar un resultado de una pieza de forma tan compleja como se desee, pero compatible con una utilización aeronáutica, conforme a los objetivos del invento.

Según un primer modo de realización, el revestimiento de la pieza-núcleo es realizado utilizando un procedimiento de revestimiento de la pieza-núcleo mediante capas o tejidos pre-impregnados de resina.

Alternativamente, el revestimiento de la pieza-núcleo es realizado utilizando un procedimiento de moldeado mediante transferencia de resina.

25 Preferentemente, en la etapa de creación de la pieza-núcleo, al menos una parte de la superficie de dicha pieza-núcleo destinada a recibir las fibras, se hace rugosa para favorecer el enganche mecánico con la resina de impregnación de las fibras.

Esto es particularmente útil en el caso de resina termoendurecible.

30 La siguiente descripción, dada únicamente a título de ejemplo de un modo de realización del invento, está realizada haciendo referencia a las figuras anexadas en las que

la figura 1 ilustra una pieza-núcleo destinada a una canalización de aire, realizada de PEEK mediante fusión láser,

la figura 2 muestra la integración de esta pieza-núcleo en el núcleo de una pieza más grande que incluye elementos tubulares de aluminio,

la figura 3 ilustra el revestimiento que forma la pieza completa,

35 la figura 4 ilustra la pieza completa en su estado final.

El procedimiento según el invento consiste en utilizar una pieza compuesta realizada de PEEK mediante un procedimiento de fusión láser, esta pieza PEEK sirve de soporte durante la realización de una pieza compuesta mediante procedimientos conocidos de por sí de pre-impregnación o de moldeado mediante transferencia de resina (RTM).

40 De forma más detallada, el procedimiento es realizado a partir de especificaciones de una pieza completa que se desea realizar. Estas especificaciones son obtenidas mediante métodos de concepción clásicos, por ejemplo mediante la utilización de programas de CAO.

45 El procedimiento incluye entonces una primera etapa 100 de realización de una pieza-núcleo 1 mediante procedimiento de fusión láser (SLS), trabajando sobre un material del tipo resina de muy alta temperatura, aquí un polímero polietercetona (PEEK de forma abreviada).

Los datos de concepción de la pieza-núcleo 1 que se desea realizar son obtenidos a partir de datos de concepción de la pieza completa, teniendo en cuenta el espesor de las fibras que se colocarán posteriormente impregnadas de resina sobre una parte de la superficie de la pieza (y de su eventual variación durante una fase de endurecimiento).

Estos datos relativos a la pieza-núcleo 1 a realizar son entonces integrados en un programa de control del dispositivo de fusión láser utilizado.

El procedimiento de fusión láser se supone de por sí conocido, y no se detalla a continuación. Las dimensiones de la pieza-núcleo que se desea realizar están limitadas únicamente por las características del dispositivo de fusión láser.

5 Igualmente, el material PEEK y sus condiciones de ejecución se suponen de por sí conocidas.

Se ve en la figura 1 la pieza-núcleo 1, una vez realizada mediante el procedimiento de fusión láser. Esta pieza-núcleo 1 incluye aquí una ramificación acodada que incluye en su parte interior tres deflectores. Es claramente difícil realizarla mediante métodos clásicos. Podría de hecho incluir múltiples ramificaciones, separaciones internas en conductos separados, variaciones de sección o de espesor, sin modificaciones de esta etapa del procedimiento.

10 La pieza-núcleo 1 está por tanto realizada con unas dimensiones interiores conformes a la especificación de la pieza final que se desea realizar, y unas dimensiones exteriores adaptadas teniendo en cuenta el espesor posterior de las fibras impregnadas.

La superficie de la pieza-núcleo de PEEK se hace rugosa, mediante métodos conocidos, para favorecer el enganche mecánico con la resina de los tejidos (principalmente en el caso de resinas termoendurecibles).

15 En una segunda etapa 105 del procedimiento (figura 2), la pieza-núcleo 1 es ensamblada con unas herramientas 2, 3, 4, aquí del tipo tubulares de aluminio. Estas herramientas, de forma geométrica simple, son realizadas por métodos de por sí conocidos. Sus secciones terminales están naturalmente adaptadas a un ensamblaje correcto con las secciones terminales de la pieza-núcleo. Presentan igualmente unas dimensiones exteriores adaptadas a su futuro revestimiento con unas fibras impregnadas. La superficie de estas herramientas 2, 3, 4 es eventualmente  
20 tratada con vistas a su revestimiento mediante fibras impregnadas, y su posterior extracción.

En una siguiente etapa 110 (figura 3), la pieza intermedia ensamblada obtenida al final de la etapa anterior es revestida de tejidos o de capas 5 de fibras pre-impregnadas de resina (termoendurecible en el presente ejemplo), aquí mediante enrollado alrededor de diferentes segmentos de la pieza. Se señala que el revestimiento concierne la pieza-núcleo 1 y las herramientas 2, 3, 4. El revestimiento es realizado mediante una técnica de por sí conocida.

25 La resina termoendurecible puede ser epoxi, fenólica u otras resinas que respondan a las normas de fuego, humo, toxicidad y con una temperatura de polimerización que no supere 200 °C (para evitar aproximarse a la temperatura de fusión de la resina PEEK).

Se señala que las paredes de la pieza PEEK deben ser estancas para permitir el revestimiento de los tejidos o capas.

30 Como variante, el procedimiento de revestimiento es reemplazado por un procedimiento de moldeado mediante transferencia de resina RTM. Se trata entonces de realizar en la pieza-núcleo 1 resina de muy alta temperatura PEEK una preforma fibrosa seca que después es impregnada de resina en una herramienta o un entorno estanco previsto este efecto.

35 El procedimiento de moldeado mediante transferencia de resina (RTM, procedimiento de por sí conocido) se caracteriza por el hecho que unas capas de fibras secas precortadas son situadas en un módulo, que está sellado, y en el que se inyecta una resina, que impregna las fibras. En el caso de fibras impregnadas de resina termoendurecible, se realiza después una polimerización de la resina.

40 En los dos casos, en una siguiente etapa 120, la pieza completa es finalizada mediante polimerización o consolidación de la resina, posteriormente las herramientas 2,3,4 son extraídas, aquí mediante tracción según su eje.

La figura 4 ilustra entonces el estado final de la pieza completa 6.

El procedimiento está particularmente adaptado a las piezas cerradas o de revolución (por ejemplo piezas tubulares). En este caso el revestimiento de los tejidos o capas se hace alrededor de la pieza PEEK. Este ejemplo de aplicación no es limitativo del dominio de aplicación del procedimiento.

45 El interés de combinar los dos procedimientos permite beneficiarse de las ventajas de cada procedimiento, y minimizar sus inconvenientes:

1/ la pieza PEEK está realizada sin herramienta.

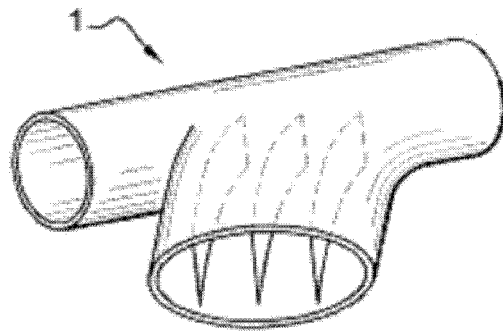
2/ la pieza PEEK puede tener una forma compleja mediante la integración de funciones, con un impacto despreciable sobre el coste de realización.

- 3/ el revestimiento de los tejidos se efectúa sobre la pieza PEEK, lo que no precisa de herramientas o pocas herramientas. Cuando son utilizadas herramientas, se trata de herramientas netamente más simples que las que serían necesarias para la realización de piezas de forma complejas mediante las técnicas tradicionales.
- 5 4/los tejidos o capas aportan el refuerzo necesario para la obtención de propiedades mecánicas suficientes para la pieza final. La resistencia mecánica de la pieza PEEK debe por tanto permitir únicamente la operación del revestimiento y/o impregnación, y posterior polimerización. Lo que permite simplificar la concepción y la realización de la pieza PEEK. La temperatura de polimerización de las resinas utilizadas no sobrepasa 200 °C. Este nivel de temperatura permite no modificar la geometría de la pieza PEEK.
- 5/ la resina PEEK responde muy bien a las normas de fuego, humo, toxicidad.
- 10 El alcance del presente invento no se limita a los detalles de las formas de realización anteriormente consideradas a título de ejemplo, sino que se extiende al contrario a las modificaciones al alcance del experto.

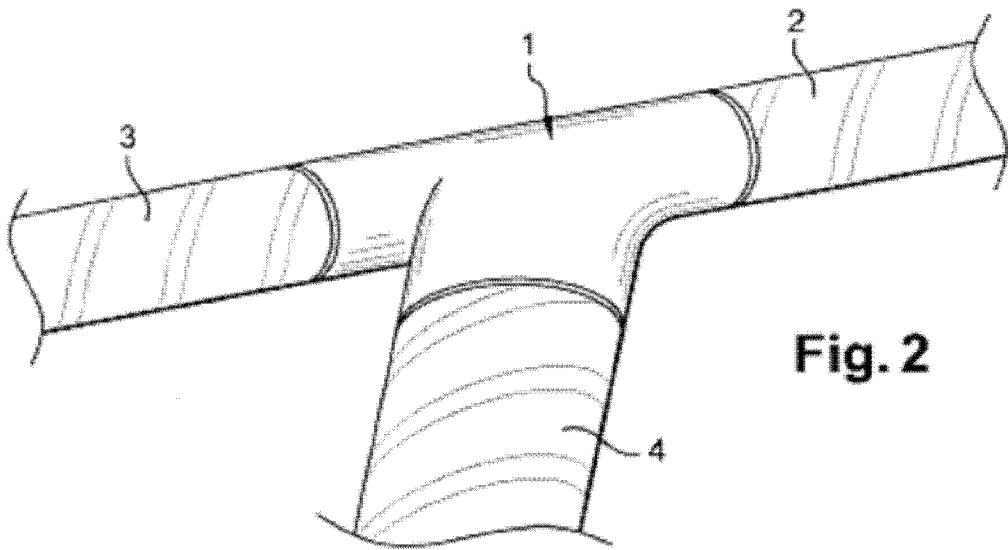
**REIVINDICACIONES**

- 1- Procedimiento de realización de piezas compuestas (6) tubulares de forma geométrica compleja, caracterizado por que incluye unas etapas:
- 5 100 – de creación de una pieza-núcleo (1) de geometría principalmente similar a la forma buscada, salvo en lo que concierne el espesor exterior, mediante un procedimiento de creación tridimensional, dicha forma geométrica incluye principalmente al menos uno de los siguientes elementos: en el exterior del tubo: codo, ramificación, sección variable, o en el interior del tubo: deflector, separación,
- 10 105 - de ensamblaje de la pieza-núcleo (1) con al menos una herramienta (2,3,4), dispuesta a nivel de una de las secciones terminales de dicha pieza-núcleo
- 110 - de revestimiento de al menos una parte de esta pieza-núcleo (1) mediante fibras (5) previamente o posteriormente impregnadas de resina, hasta alcanzar unas dimensiones finales con la forma deseada,
- 120 - de endurecimiento de la resina, y de extracción de dichas herramientas de la pieza completa (6),
- 15 siendo el procedimiento de creación tridimensional un procedimiento de fusión láser (SLS), y estando realizada la pieza-núcleo (1) de resina termoplástica de muy alta temperatura.
- 2- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la resina termoplástica de muy alta temperatura es del tipo PEEK (polietercetona).
- 3- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el endurecimiento de la resina se obtiene mediante una fase de consolidación o polimerización de dicha resina.
- 20 4- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el revestimiento de la pieza-núcleo (1) es realizado utilizando un procedimiento de revestimiento de la pieza-núcleo (1) mediante capas o tejidos pre-impregnados de resina.
- 5- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el revestimiento de la pieza-núcleo (1) es realizado utilizando un procedimiento de moldeo mediante transferencia de resina.
- 25 6- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en la etapa 100 de creación de la pieza-núcleo (1), al menos una parte de la superficie de dicha pieza (1) destinada a recibir las fibras (5), se hace rugosa para favorecer el enganche mecánico con la resina de impregnación de las fibras.

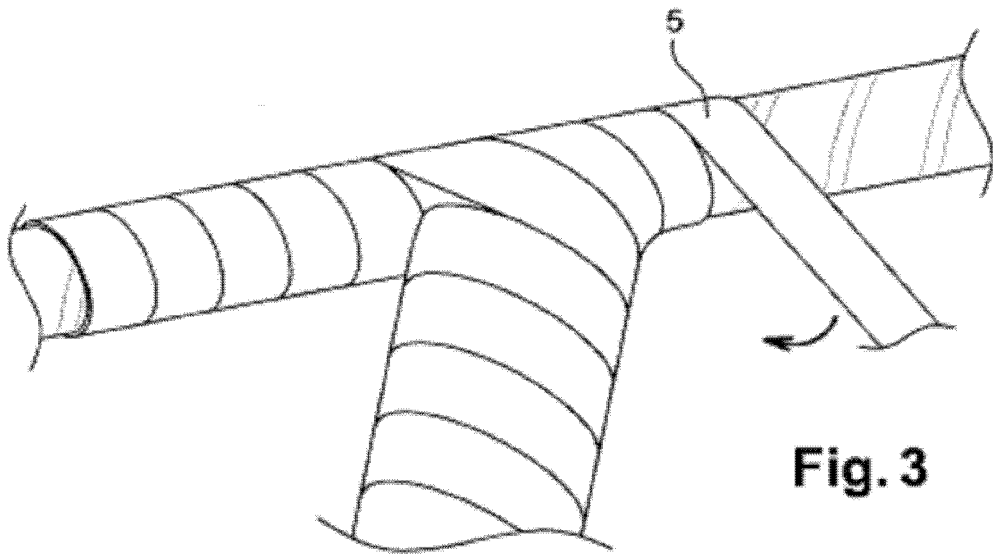
30



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



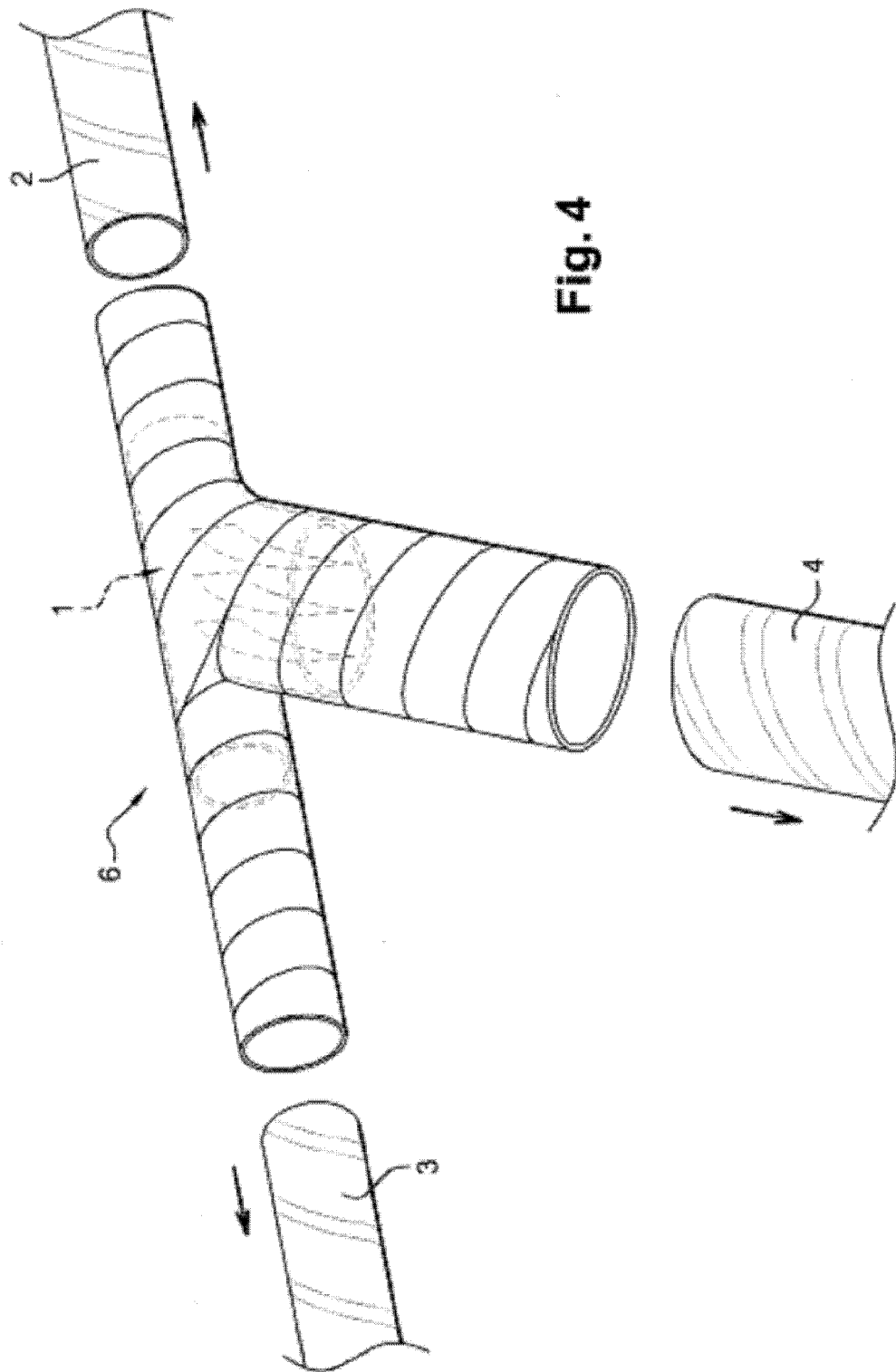


Fig. 4