

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 132**

51 Int. Cl.:

B29C 70/86 (2006.01)

F16C 7/00 (2006.01)

B29C 65/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.06.2010 PCT/EP2010/059062**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.12.2010 WO10149768**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2010 E 10755113 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 2445705**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de bielas compuestas**

30 Prioridad:

26.06.2009 EP 09163904

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

01.08.2017

73 Titular/es:

**BD INVENT (100.0%)
Rue Boyou 46
4682 Heure-le-Romain (Oupeye, BE)**

72 Inventor/es:

**BOVEROUX, BENOÎT y
DARDENNE, DANIEL**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 628 132 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).

DESCRIPCION

Procedimiento de fabricación de bielas compuestas

Objeto de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de bielas compuestas. La misma se refiere más particularmente pero no exclusivamente a un procedimiento de fabricación de bielas utilizables en el ámbito de la aeronáutica y aeroespacial.

La invención se refiere igualmente a las bielas obtenidas según el procedimiento y a los elementos tubulares utilizados para la fabricación de la biela.

Estado de la técnica

10 Es sabido que una biela es un componente que proporciona rigidez, o transmisión de movimiento. Las fuerzas que van a ser transmitidas por la biela son principalmente fuerzas de tracción, de compresión y de flexión sobre la base del par resistivo en el extremo de la biela.

15 En el ámbito de la aeronáutica, se utiliza un número elevado de bielas. Se puede citar la utilización de bielas en los órganos de control de vuelo, del tren de aterrizaje, apertura de puertas, etc. A título ilustrativo, la figura 1 representa un esquema general de biela con diferentes medios no exhaustivos de fijación a los extremos; estos medios aseguran la fijación de la biela a los órganos a los cuales debe transmitir un movimiento o de los cuales debe recibir un movimiento o asegurar una fijación.

20 La biela es un componente que debe cumplir varios criterios. La misma debe poder resistir variaciones térmicas importantes, al ser la biela sometida a temperaturas que oscilan entre los -55 y 120°C. La misma debe igualmente tener una relación de estabilidad mecánica/peso lo más elevada posible. Para ello, la biela es de concepción hueca y el espesor de las paredes de la parte central del cuerpo de biela es más fino que las partes situadas en los extremos donde se encuentra la fijación de los elementos tubulares como se describirá a continuación (ver fig. 2).

En su concepción más corriente, las bielas se realizan en aluminio o en acero inoxidable según su aplicación.

Existen igualmente en el mercado bielas de material compuesto.

25 Las mismas pueden ser de tipo monobloque tal como se ha mostrado en la figura 3. El procedimiento de fabricación de una biela de este tipo se describe en el documento FR 2.705.610 A1. El procedimiento consiste en depositar fibras pre-impregnadas sobre un mandril extraíble de forma correspondiente a la de la biela. El conjunto obtenido se polimeriza entonces con aplicación de una presión homogénea por toda la superficie externa del conjunto y, finalmente, después de la extracción del mandril, la biela se mecaniza a las cotas requeridas. Este procedimiento es relativamente costoso y necesita la presencia de un mandril de forma compleja y su retirada.

30 Se conoce igualmente por el documento GB 2.008.484A, un procedimiento de fabricación de bielas donde una materia plástica reforzada con fibras comprende un mandril desechable y la parte de anclaje de cada accesorio terminal (medio de fijación) de forma tal que, cuando la materia plástica se polimeriza, la biela sea de una sola pieza. El mandril desechable es un tubo metálico de pared delgada, un tubo de material expandido o un tubo de materia plástica reforzada con fibras y de pared fina. En esta forma de realización, la utilización de materiales diferentes para el mandril y la capa polimerizada tiene por efecto que aparecerán diferencias de dilatación térmica en el uso. Las mismas se traducirán por la aparición de fisuras y de desprendimientos en la superficie intermedia. En el caso en que el tubo esté igualmente realizado con un material compuesto de matriz orgánica, la utilización de resinas diferentes para el mandril y la capa polimerizada se traduce por problemas de contaminación y de envejecimiento.

40 De forma general, discontinuidades y porosidades son observadas a través de la sección del cuerpo de biela cuando se utilizan materiales diferentes para la realización de éste.

45 Se conoce igualmente por el documento US 2003/0125117 A1 una biela compuesta destinada para transmitir fuerzas de torsión entre los elementos tubulares de la biela. La biela comprende un tubo interior con un elemento tubular montado en cada extremo. Un material compuesto de resina y fibras cubre el tubo interior y al menos una parte de cada elemento tubular. El tubo interior está preferentemente constituido por un fino tubo metálico.

Por el documento JP 59 050216 A, se conoce igualmente una biela compuesta donde una capa de fibras preimpregnadas se enrolla alrededor de un cuerpo interior y elementos tubulares fijados en los extremos del cuerpo interior.

50 Se conoce también por el documento FR 645 070 A3 un elemento de estructura que puede entre otros ser utilizado para fabricar bielas de tracción. En este elemento de estructura, las piezas de extremo están unidas mecánicamente con un alma de material termoplástico, de característica mecánica adaptada a la aplicación, alma sobre la cual se

enrolla el enrollamiento filamentososo de refuerzo. Este alma puede reforzarse hasta el núcleo por una capa de refuerzo.

5 Existen también bielas con un elemento tubular metálico adicionado y pegado al cuerpo de biela compuesta (ver figura 4: el cuerpo de biela y el elemento tubular están respectivamente representados con y sin sombreados). Un ensamblaje de este tipo tiene por desventaja fragilizar el cuerpo de la biela. En la tracción sobre el elemento tubular metálico de la biela, la cola trabaja de forma elástica y provoca un espaciado entre el elemento tubular metálico y la parte compuesta (ver fig. 5(a)). En la compresión del elemento tubular sobre la biela, la cola trabaja siempre de forma elástica y provoca un apoyo entre el elemento tubular metálico y la parte compuesta (ver fig.5(b)). En ciclo de fatiga, este fenómeno generará la fisuración en el cuerpo de biela compuesta y reducirá de forma importante el tiempo de duración de la biela (ver fig. 5 (c)).

10 Se conoce así por el documento BE 1 016 715 A, una biela que comprende un tubo central compuesto ensamblado mediante pegado con dos elementos tubulares de material metálico.

Fines de la invención

15 La presente invención trata de proporcionar una solución que permita salvar los inconvenientes del estado de la técnica.

La presente invención trata más particularmente de realizar bielas que presenten una estructura perfectamente homogénea, desprovista de toda porosidad y que responda a los criterios de estabilidad mecánica y térmica.

20 La presente invención tiene también por objeto realizar bielas a partir de un procedimiento parecido a los procedimientos tradicionales pero generando costes de fabricación reducidos evitando los inconvenientes de un ensamblado pegado.

Principales elementos característicos de la invención

25 La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de una biela que comprende un cuerpo de biela de material compuesto y al menos un elemento tubular, comprendiendo el mencionado elemento tubular sucesivamente una primera parte cilíndrica hueca, una parte cónica hueca y una segunda parte cilíndrica hueca, terminándose la indicada segunda parte cilíndrica hueca por un extremo de diámetro exterior reducido delimitado por un resalto, comprendiendo el indicado procedimiento sucesivamente al menos las etapas siguientes:

- a) se realiza un cuerpo interior por medio de las subetapas siguientes:
 - se realiza un tubo por enrollamiento de fibras preimpregnadas sobre un primer mandril en rotación, presentando el indicado tubo una pared de espesor igual a la altura del resalto y un diámetro exterior igual al diámetro exterior máximo de la segunda parte cilíndrica hueca,
 - se polimeriza el tubo,
 - se retira el primer mandril del tubo,
 - se corta a medida y se esmerila la superficie exterior del tubo formando así el cuerpo interior;
- b) se inserta un extremo del cuerpo interior en el extremo de diámetro exterior reducido de cada elemento tubular, apoyándose el indicado extremo del cuerpo interior sobre el resalto del elemento tubular;
- c) se introduce una primera parte de un segundo mandril en la primera parte cilíndrica hueca de cada elemento tubular y se coloca una mordaza de accionamiento en el extremo libre de una segunda parte del segundo mandril;
- d) se enrollan las indicadas fibras pre-impregnadas sobre la superficie externa de un conjunto formado por el cuerpo interior, el o los elementos tubular(es) y la o las segunda(s) parte(s) del o de los segundo(s) mandril(es) libre(s) de mordazas, formando las indicadas fibras entonces un cuerpo exterior;
- e) después de la retirada de la o de las mordaza(s), se polimeriza el cuerpo interior y el cuerpo exterior para formar un cuerpo monobloque polimerizado;
- f) se retira el o los segundo(s) mandril(es) y se corta a medida el cuerpo monobloque polimerizado.

45 Según modos particulares de la invención, el procedimiento comprende al menos una o una combinación apropiada de las características siguientes:

- las fibras pre-impregnadas enrolladas en las etapas a) y d) son idénticas, es decir que las mismas comprenden la misma resina y la misma fibra, y son continuas;
- el diámetro interior de la primera parte cilíndrica hueca es sustancialmente constante;
- el diámetro exterior de la primera parte cilíndrica hueca es sustancialmente constante y la parte cónica hueca tiene un espesor de pared que va afinándose hacia la segunda parte cilíndrica hueca;
- el diámetro exterior de la primera parte cilíndrica hueca, que parte de su extremo libre, es primeramente constante reduciéndose seguidamente de forma gradual y finalmente ensanchándose de nuevo para asentarse en la continuidad de la superficie exterior de la parte cónica hueca, teniendo la indicada parte cónica hueca un espesor de pared que va afinándose hacia la segunda parte cilíndrica

hueca;

- el diámetro exterior de la primera parte cilíndrica hueca, que parte de su extremo libre, es primeramente constante reduciéndose seguidamente de forma gradual y finalmente ensanchándose de nuevo para asentarse en la continuidad de la superficie exterior de la parte cónica hueca, la indicada parte cónica hueca que va ensanchándose hacia la segunda parte cilíndrica hueca y que presenta una discontinuidad donde el diámetro interior de la parte cónica hueca aumenta de forma abrupta;
- el elemento tubular comprende un elemento de inserción que integra la primera parte cilíndrica hueca y parcialmente la parte cónica hueca hasta la discontinuidad, y comprende una parte complementaria, también llamada capa, que integra el resto de la parte cónica hueca y la segunda parte cilíndrica hueca;
- el procedimiento comprende al menos cuatro etapas suplementarias para la fabricación de dicho elemento tubular, siendo las indicadas etapas puestas en práctica antes de la realización de la etapa b) del procedimiento de fabricación de la biela y siendo las siguientes:
 - 1) se realiza el elemento de inserción;
 - 2) se monta el elemento de inserción en un tercer mandril que comprende sucesivamente una primera parte cilíndrica de forma complementaria a la primera parte cilíndrica hueca del elemento tubular, una primera parte cónica de forma complementaria a la parte cónica hueca de dicho elemento de inserción, un tope de altura sustancialmente igual al espesor de la pared del elemento de inserción en el extremo libre de su parte cónica hueca, y una segunda parte cónica que se va ensanchando hacia una segunda parte cilíndrica, introduciéndose la indicada primera parte cilíndrica del tercer mandril en la primera parte cilíndrica hueca del elemento tubular y apoyándose el indicado extremo del elemento de inserción sobre el tope;
 - 3) se enrolla una o varias capas de las indicadas fibras pre-impregnadas alrededor de la segunda parte cilíndrica y de la segunda parte cónica del tercer mandril y parcialmente alrededor del elemento de inserción a la altura de la discontinuidad;
 - 4) la o las capas de fibras pre-impregnadas se polimerizan en un horno para formar la capa y se retira seguidamente el tercer mandril;
- el resalto se realiza colocando un anillo de cierre entre la etapa 3) y la etapa 4) o, preferentemente, mediante mecanizado después de la etapa 4) de polimerización;
- el elemento de inserción es metálico;
- las fibras pre-impregnadas son idénticas a las utilizadas para la realización de las etapas a) y d) y la capa se polimeriza con el cuerpo interior y el cuerpo exterior en la etapa e) para formar un cuerpo monobloque polimerizado;
- el elemento tubular es metálico, de material plástico de elevada resistencia o de carbono;
- las fibras son fibras de carbono;
- la superficie interior de la parte cilíndrica hueca del elemento tubular está provista de medios de fijación de la biela;
- los medios de fijación comprenden un aterrajado;
- el extremo libre de la parte cónica hueca del elemento de inserción tiene un diámetro exterior inferior al diámetro interior del cuerpo de biela;
- la primera parte del segundo mandril es cilíndrica y tiene un diámetro sustancialmente igual al diámetro interior de la primera parte cilíndrica hueca del elemento tubular y la segunda parte del segundo mandril es cilíndrica y tiene un diámetro sustancialmente igual al diámetro exterior de la primera parte cilíndrica hueca del elemento tubular;
- el corte a medida del cuerpo monobloque polimerizado en la etapa f) se realiza por corte en altura del extremo libre de cada elemento tubular;
- el elemento tubular comprende surcos de labrado por su superficie exterior.

La presente invención se refiere igualmente a una biela que comprende un cuerpo de biela de material compuesto y al menos un elemento tubular, comprendiendo el indicado elemento tubular sucesivamente una primera parte cilíndrica hueca, una parte cónica hueca y una segunda parte cilíndrica hueca, terminándose la indicada segunda parte cilíndrica hueca por un extremo con un diámetro exterior reducido delimitado por un resalto, y comprendiendo el indicado cuerpo de biela un cuerpo monobloque polimerizado que incluye el elemento tubular o un elemento de inserción del elemento tubular por toda su superficie exterior.

Breve descripción de las figuras

La figura 1, ya mencionada, representa el esquema general de bielas metálicas según el estado de la técnica con diferentes medios de fijación de la biela.

La figura 2, ya mencionada, representa una vista en sección longitudinal de una biela según el estado de la técnica, que ilustra la variación del espesor de las paredes.

La figura 3, ya mencionada, representa una vista en sección longitudinal de una biela de tipo monobloque según el estado de la técnica.

- La figura 4, ya mencionada, representa una vista en sección parcial y longitudinal de un cuerpo de biela con elementos tubulares adicionados y pegados según el estado de la técnica.
- 5 La figura 5, ya mencionada, representa esquemáticamente las solicitaciones en tracción (fig. 5 (a)) y compresión (fig. 5 (b)) en un cuerpo de biela con elementos tubulares adicionados y pegados según el estado de la técnica así como los desperfectos resultantes (fig. 5(c)).
- La figura 6 representa una vista en sección longitudinal de un elemento tubular según una primera forma de realización, utilizado en la fabricación de la biela según la invención.
- La figura 7 representa una vista en sección longitudinal de un elemento tubular según una segunda forma de realización, utilizado en la fabricación de la biela según la invención.
- 10 La figura 8 representa una vista en sección longitudinal de un elemento tubular según una tercera forma de realización, utilizado en la fabricación de la biela según la invención.
- La figura 9 representa una vista en sección parcial y longitudinal de un elemento tubular según la invención que presenta surcos de labrado.
- 15 La figura 10 representa una vista en sección longitudinal del elemento de inserción realizado en la etapa 1) en la fabricación del elemento tubular según la tercera forma de realización.
- La figura 11 representa una vista en sección longitudinal del montaje del elemento de inserción sobre el mandril en la etapa 2) en la fabricación del elemento tubular según la tercera forma de realización.
- La figura 12 representa una vista en sección longitudinal de la etapa 3) de enrollamiento filamentoso en la fabricación del elemento tubular según la tercera forma de realización.
- 20 La figura 13 representa una vista lateral de la realización del cuerpo interior de la biela por enrollamiento filamentoso según la invención (etapa a)).
- La figura 14 representa una vista en sección longitudinal del cuerpo interior de la biela obtenido en la etapa a).
- La figura 15 representa una vista en sección longitudinal del ensamblado de los elementos tubulares con el cuerpo interior de la biela (etapa b)).
- 25 La figura 16 representa una vista en sección longitudinal del montaje de los mandriles en la etapa c) de fabricación de la biela.
- La figura 17 representa una vista en sección longitudinal del montaje de las mordazas de accionamiento en la etapa c) de fabricación de la biela.
- 30 La figura 18 representa una vista en sección longitudinal de la realización por enrollamiento filamentoso del cuerpo exterior en la etapa d) de fabricación de la biela.
- La figura 19 representa vistas en sección longitudinal del conjunto delantero (a) y después de la polimerización (b) en la etapa e) de fabricación de la biela.
- La figura 20 representa una vista en sección longitudinal de la pieza (biela) acabada después de retirar los mandriles y una operación de corte (etapa f)), siendo los elementos tubulares realizados según la primera forma de realización.
- 35 La figura 21 representa una vista en sección longitudinal de la pieza (biela) acabada después de retirar los mandriles y una operación de corte (etapa f)), siendo los elementos tubulares realizados según la tercera forma de realización.
- La figura 22 representa esquemáticamente las solicitaciones en compresión (a) y en tracción (b) en la biela realizada según la invención con elementos tubulares según la primera forma de realización.
- 40 La figura 23 representa esquemáticamente las solicitaciones en compresión (a) y en tracción (b) en la biela realizada según la invención con elementos tubulares según la segunda forma de realización.

Leyenda

- (1) Primera parte cilíndrica hueca del elemento tubular
 (2) Aterrajado
 (3) Parte cónica hueca del elemento tubular
 45 (4) Segunda parte cilíndrica hueca del elemento tubular

- (5) Extremo de la segunda parte cilíndrica hueca del elemento tubular con un diámetro exterior reducido
- (6) Resalto
- (7) Discontinuidad en la parte cónica hueca del elemento tubular
- (8) Elemento de inserción de un elemento tubular
- 5 (9) Parte complementaria, también llamada capa, de un elemento tubular
- (10) Tercer mandril utilizado para la fabricación de un elemento tubular
- (11) Primera parte cilíndrica del mandril
- (12) Primera parte cónica del mandril
- (13) Tope del mandril
- 10 (14) Segunda parte cónica del mandril
- (15) Segunda parte cilíndrica del mandril
- (16) Fibra pre-impregnada
- (17) Primer mandril utilizado para la fabricación del cuerpo interior
- (18) Cuerpo interior
- 15 (19) Segundo mandril utilizado para la fabricación del cuerpo exterior
 - (19a) Primera parte del segundo mandril (19)
 - (19b) Segunda parte del segundo mandril (19)
- (20) Mordaza de accionamiento
- (21) Cuerpo exterior
- 20 (22) Cuerpo monobloque polimerizado

Descripción detallada de la invención

La concepción de la biela según la invención se sitúa a medio camino entre la biela monobloque y la biela con elemento tubular metálico adicionado y pegado.

25 En la presente invención, la biela comprende un cuerpo de biela compuesto y al menos un elemento tubular. La biela puede comprender un elemento tubular en cada extremo y comprender un elemento tubular con un solo extremo y en el otro extremo un rodamiento engastado directamente en la biela. Las figuras dadas a continuación ilustrarán por consiguiente a título no limitativo el procedimiento de fabricación de la biela en el caso en que los dos extremos comprendan un elemento tubular.

30 Se insistirá primeramente en describir los elementos tubulares y su procedimiento de fabricación. Seguidamente, se detallará el procedimiento de fabricación de la biela constituida por el o los elementos tubulares y por el cuerpo de biela.

Descripción detallada de los elementos tubulares y de su procedimiento de fabricación

35 El elemento tubular según la invención cubre preferentemente tres formas diferentes de realización. El elemento tubular podrá sin embargo adoptar cualquier otra forma útil para la realización del procedimiento de fabricación de biela tal como se describirá a continuación.

40 Los elementos tubulares según las tres formas de realización, ilustradas respectivamente en las figuras 6 a 8, tienen en común estar constituidos por tres partes principales. Cada elemento tubular presenta una primera parte cilíndrica hueca 1 seguida de una parte cónica hueca 3 que se ensancha hacia su segunda parte cilíndrica hueca 4. Se entiende por parte cilíndrica hueca del elemento tubular que el elemento tubular comprenda una abertura de forma cilíndrica. El término "interior" se utilizará para designar la superficie enfrentada a la abertura cilíndrica por oposición al término "exterior" que designa la otra superficie.

45 La primera parte cilíndrica hueca 1 constituye el extremo libre del elemento tubular después del ensamblado con el cuerpo de biela y la segunda parte cilíndrica hueca 4 está destinada para ser ensamblada con el cuerpo de biela. La primera parte cilíndrica hueca 1 está provista en su superficie interior, de medios de fijación de la biela. En los ejemplos ilustrados en las figuras 6 a 8, la misma está aterrajada (aterrajado 2) para recibir ulteriormente un elemento de fijación de la biela. El elemento de fijación puede igualmente formar parte integrante del elemento tubular; el elemento tubular puede, por ejemplo, tener forma de horquilla (no representada).

Según las tres formas de realización del elemento tubular, la segunda parte cilíndrica hueca 4 se termina por un extremo de diámetro exterior reducido 5 delimitado por un resalto 6.

50 La figura 6 presenta las diferentes partes que constituyen el elemento tubular según una primera forma de realización de la invención. Según esta forma de realización, la primera parte cilíndrica hueca 1 presenta una pared de espesor sustancialmente idéntico a lo largo del eje longitudinal del elemento tubular y la parte cónica hueca 3 tiene un espesor de pared que va afinándose hacia la segunda parte cilíndrica hueca 4.

55 El elemento tubular según una segunda forma de realización de la invención, ilustrado en la figura 7, tiene por característica que la primera parte cilíndrica hueca 1 presenta una variación de espesor de pared a lo largo del eje

longitudinal del elemento tubular, manteniendo siempre una abertura de forma cilíndrica con un diámetro sustancialmente constante. Partiendo del extremo libre, el diámetro exterior de la primera parte cilíndrica hueca 1 es primeramente constante antes de reducirse gradualmente y de ensancharse de nuevo para asentarse en la continuidad de la superficie exterior de la parte cónica hueca 3.

5 El elemento tubular según una tercera forma de realización de la invención, ilustrado en la figura 8, comprende una primera parte cilíndrica hueca 1 sustancialmente comparable con la de la segunda forma de realización del elemento tubular y comprende una segunda parte cilíndrica hueca 4 sustancialmente comparable con la de la primera y la segunda formas de realización. El elemento tubular según la tercera forma de realización tiene por característica que la pared de la parte cónica hueca 3 presenta una discontinuidad 7. A nivel de la discontinuidad y en el sentido de una sección creciente de la parte cónica, el diámetro interior de la parte cónica aumenta de forma abrupta. Esta discontinuidad encuentra su origen en el procedimiento de fabricación del elemento tubular que se detallará a continuación.

10 Según esta tercera forma de realización, el elemento tubular comprende un elemento de inserción 8 que integra la primera parte cilíndrica hueca 1 y parcialmente la parte cónica hueca 3 hasta la discontinuidad 7, y comprende una parte complementaria 9, que se llamará también capa, que integra el resto de la parte cónica hueca 3 y la segunda parte cilíndrica hueca 4. Según la invención, el elemento de inserción 8 y la capa 9 se han solidarizado uno con el otro en la fabricación del elemento tubular.

15 Según la primera y la segunda forma de realización, los elementos tubulares son preferentemente metálicos (por ej. de aluminio, de acero inoxidable 17-4 o de titanio) y se mecanizan de forma tradicional; presentan en su superficie exterior surcos de torneado realizados en el torneado con un fuerte avance (ver figura 9). Estos surcos permitirán el enganche entre el elemento tubular y la fibra de refuerzo de la biela. Los elementos tubulares pueden igualmente ser de material plástico de elevada resistencia, de carbono o de cualquier otro material apropiado para la aplicación considerada.

20 Según la tercera forma de realización del elemento tubular, el elemento de inserción 8 es preferentemente metálico y la capa 9 es preferentemente de material compuesto. Este elemento tubular recurre a un procedimiento de fabricación innovador que comprende al menos cuatro etapas.

25 En una primera etapa 1), se realiza el elemento de inserción 8 que puede ser metálico como se ha indicado anteriormente o realizado con cualquier otro material adaptado para su utilización (ver figura 10). El diámetro exterior máximo de la parte cónica 3 del elemento de inserción es de tamaño reducido con relación al diámetro interior del cuerpo de la futura biela.

30 En una segunda etapa 2) ilustrada en la figura 11, el elemento de inserción 8 está montado sobre un mandril 10 metálico. El mandril 10 comprende una primera parte cilíndrica 11 se introduce en la primera parte cilíndrica hueca 1 del elemento de inserción y comprende una primera parte cónica 12 de forma complementaria a la parte cónica 3 del elemento de inserción, seguida de un tope 13 contra el cual el elemento de inserción 8 se apoya. La altura del tope 13 es sustancialmente igual al espesor de la pared del elemento de inserción 8 en su extremo. A continuación del tope 13, el mandril 10 comprende una segunda parte cónica 14 que se ensancha hacia una segunda parte cilíndrica 15 de forma complementaria a la capa 9 del elemento tubular a realizar.

35 En una tercera etapa 3) ilustrada en la figura 12, se deposita mediante enrollamiento filamentosos una o varias capas de fibras pre-impregnadas 16 alrededor de la segunda parte cilíndrica 15 y de la segunda parte cónica 14 del mandril, y, parcialmente alrededor del elemento de inserción 8 a la altura de la discontinuidad 7. Según la presente invención, las fibras pre-impregnadas 16 son idénticas a las que se utilizarán en la realización del cuerpo de biela y son preferentemente fibras de carbono.

40 En una cuarta etapa 4), la o las capas de fibras pre-impregnadas 16 se polimerizan en un horno para formar la capa 9; se retira seguidamente el mandril 10 (no ilustrado).

45 El resalto 6 tal como se ha presentado en la figura 8 en la pieza final se realiza colocando un anillo de cierre antes de la polimerización (entre la etapa 3) y 4)) o, preferentemente, por mecanizado tradicional después de la etapa 4) de polimerización.

El procedimiento tal como se ha descrito anteriormente se aplica indistintamente para la realización del elemento tubular izquierdo o derecho de una biela.

50 De forma similar a los elementos tubulares según la primera y segunda formas de realización, el elemento tubular comprende un surco de torneado en su superficie exterior.

Descripción detallada del procedimiento de fabricación de la biela

Según la presente invención, la biela se fabrica en seis etapas. A título ilustrativo, el procedimiento de fabricación de bielas se ilustra en las figuras 13 a 20 con elementos tubulares según la primera forma de realización. El procedimiento con elementos tubulares según la segunda y tercera formas de realización es similar.

5 Una primera etapa a) consiste en realizar un cuerpo interior por el procedimiento tradicional de enrollamiento filamentososo que consiste en enrollar una fibra pre-impregnada 16 sobre un mandril liso 17 con un ángulo dado sobre la base de un movimiento de vaivén como se ha ilustrado en la figura 13. Preferentemente, las fibras enrolladas son fibras de carbono. Sin embargo, cualquier otra fibra de elevada resistencia podrá igualmente ser adecuada.

10 Se realiza un tubo con un espesor igual a la altura del resalto 6 anteriormente citado. El diámetro interior del tubo está fijado por el diámetro interior del cuerpo de la biela a realizar y sobre la base de cálculos de dimensionado que determinan la carga máxima en compresión que el tubo puede soportar sin deformarse a nivel de la zona de apoyo entre el elemento tubular y el tubo, es decir a nivel del resalto.

El conjunto de tubo y mandril es seguidamente colocado en un horno para polimerizar la resina pre-impregnada en las fibras y así rigidificar el tubo. Después de la polimerización, el mandril 17 es retirado y el tubo se corta a medida y se esmerila para obtener una superficie de agarre. El cuerpo interior 18 así obtenido se representa en la figura 14.

15 Una segunda etapa b) consiste en adicionar un elemento tubular en cada extremo del cuerpo interior. El elemento tubular adicionado es como el de la primera, segunda o la tercera formas de realización tal como se ha ilustrado respectivamente en las figuras 6 a 8 o cualquier elemento tubular de forma adaptada. El extremo del cuerpo interior 18 se adiciona al extremo de diámetro exterior reducido 5 y toma apoyo sobre el resalto 6. De esta manera, la superficie externa del cuerpo interior 18 prolonga la de la segunda parte cilíndrica 4 de los elementos tubulares (ver fig. 15).

20

25 En una tercera etapa c), dos mandriles 19 están montados respectivamente en los extremos libres de los elementos tubulares (ver fig. 16). Cada mandril de forma cilíndrica comprende dos partes de diámetros diferentes. Una primera parte 19a del mandril comprende un cilindro de diámetro sustancialmente igual al diámetro interior de la primera parte cilíndrica hueca de los elementos tubulares 1 y una segunda parte 19b comprende un cilindro de diámetro sustancialmente igual al diámetro exterior de la primera parte cilíndrica hueca de los elementos tubulares 1. Durante el montaje, la primera parte 19a del mandril 19 es introducida en la parte cilíndrica hueca 1 del elemento tubular. Una mordaza de accionamiento 20 se coloca seguidamente en el extremo libre de la segunda parte 19b del mandril 19 (ver fig. 17).

30 La cuarta etapa d) representada en la figura 18 consiste en enrollar sobre la superficie externa del conjunto formado por el cuerpo interior 18, los elementos tubulares, y la segunda parte 19b de los mandriles desprovista de mordazas, fibras pre-impregnadas 16 por el procedimiento de enrollamiento filamentososo. Las fibras formarán una capa alrededor de este conjunto que se designará cuerpo exterior 21 (ver fig. 19 (a)). Con el fin de realizar ulteriormente un cuerpo monobloque como se describe a continuación, las fibras pre-impregnadas utilizadas en esta etapa son las mismas (misma fibra, misma resina) que las utilizadas en la etapa a). De igual modo, para asegurar la continuidad del enrollamiento filamentososo, la fibra no está interrumpida entre las etapas a) y d).

35

40 La quinta etapa e) consiste, después de la retirada de las mordazas de accionamiento 20, en polimerizar el conjunto. Las figuras 19(a) y 19(b) presentan respectivamente el conjunto antes y después de la polimerización. Después de la polimerización, el cuerpo interior 18 y el cuerpo exterior 21 forman un cuerpo monobloque polimerizado 22 que constituirá el cuerpo de biela. En el caso particular del elemento tubular según la tercera forma de realización tal como se ha ilustrado en la figura 8, la capa 9 constituida por fibras pre-impregnadas 16 idénticas a las utilizadas para la realización del cuerpo de biela forma igualmente parte del cuerpo monobloque polimerizado 22. En el desmontaje de las mordazas en esta etapa, la fibra se corta de la bobina y la parte del cuerpo monobloque polimerizado que comprende la fibra cortada es retirada cuando la biela se corta a la medida en la última etapa f).

45 En la última etapa f), los mandriles 19 se retiran y el cuerpo monobloque polimerizado 22 se corta a la altura del extremo libre de los elementos tubulares (ver fig. 20). La pieza así obtenida forma la biela según la invención. La figura 21 presenta la biela realizada con los elementos tubulares según la tercera forma de realización donde la capa 9 del elemento tubular está integrada en el cuerpo monobloque 22.

Ventajas del procedimiento según la invención

50 - Según la presente invención, las fibras pre-impregnadas utilizadas para las etapas a) y d) son idénticas (la misma resina, la misma fibra) y existe una continuidad entre los enrollamientos filamentosos (mismo hilo) para el cuerpo interior y el cuerpo exterior. La utilización de una misma resina permite realizar un cuerpo monobloque, en la post-cocción en la etapa e), que estará libre de cualquier problema de dilatación térmica diferencial. La continuidad del enrollamiento filamentososo es importante para garantizar una colocación correcta de las fibras y garantizar un proceso automatizado al 100%. La fabricación de un cuerpo monobloque y la continuidad del enrollamiento filamentososo permite además

55 realizar un producto exento de cualquier discontinuidad o porosidad.

- 5
- La fabricación de bielas con elementos tubulares realizados según la tercera forma de realización permite un aligeramiento de la biela. Por un lado, porque una parte del elemento tubular es de material compuesto y, por otro lado porque la cantidad de material del elemento tubular es menor. En efecto, a nivel de la discontinuidad, el diámetro interior del elemento tubular aumenta lo cual corresponde, en otras palabras, a un vaciado del material.
 - Contrariamente al ensamblado pegado del estado de la técnica donde los elementos tubulares son pegados al cuerpo de biela, en la presente invención, los elementos tubulares se introducen en el interior del cuerpo de biela. Esta concepción de biela permitirá recobrar las fuerzas de compresión. En el caso de una biela con elementos tubulares realizados según la primera forma de realización, las zonas destacadas en la figura 22(a) son, por una parte, solicitadas por efecto de agarre entre el elemento tubular y el cuerpo de biela y son, por otra parte, solicitadas por apoyo directo entre el cuerpo de biela de fibra de carbono y el elemento tubular a nivel del resalte. En caso de cargas demasiado importantes, solo la zona de apoyo a nivel del resalte debe fracturarse para permitir el desplazamiento del elemento tubular (ver flecha pequeña). La geometría del elemento tubular según la segunda forma de realización presenta como ventaja que dos zonas, en lugar de una, deben fracturarse en caso de sobrecarga. Tal como se ha ilustrado en la figura 23(a) por las pequeñas flechas, existe la zona de apoyo a nivel del resalte y la zona donde la primera parte cilíndrica hueca del elemento tubular presenta un estrechamiento. Eso significa concretamente que la geometría del elemento tubular según la segunda forma de realización permite recobrar más fuerzas. La concepción de la biela según la invención permitirá igualmente recobrar las fuerzas de tracción sea cual fuere la geometría del elemento tubular. En el caso de una biela con elementos tubulares realizados según la primera forma de realización tal como la ilustrada en la figura 22(b), el elemento tubular transmite la fuerza de tracción al cuerpo de biela por la primera parte cilíndrica hueca, por la parte cónica y parcialmente por la segunda parte cilíndrica hueca. La fuerza de tracción es por consiguiente directamente transmitida al cuerpo de biela. En el caso de una biela con elementos tubulares realizados según la segunda forma de realización tal como se ilustra en la figura 23(b), el elemento tubular transmite la fuerza de tracción al cuerpo de biela por la parte cónica y parcialmente por la segunda parte cilíndrica hueca. En el marco de una sollicitación alternada en tracción-compresión, el elemento tubular, sea cual fuere su geometría, no puede desplazarse en el cuerpo de biela y así no puede generar un fenómeno de fatiga en el cuerpo de fibra de carbono y de bruñido del cuerpo de fibra de carbono.
 - El procedimiento según la invención tiene igualmente por ventaja permitir la realización de una pieza compleja mediante procedimientos tradicionales de enrollamiento filamentosos, lo cual genera costes de fabricación bajos. La ganancia se sitúa en la realización de los procedimientos y en la concepción propiamente dicha de la biela.
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de fabricación de una biela adaptada para el ámbito aeronáutico y aeroespacial, comprendiendo la indicada biela un cuerpo de biela de material compuesto y al menos un elemento tubular, comprendiendo el indicado elemento tubular sucesivamente una primera parte cilíndrica hueca (1), una parte cónica hueca (3) y una segunda parte cilíndrica hueca (4), terminándose la indicada segunda parte cilíndrica hueca (4) por un extremo de diámetro exterior reducido (5) delimitado por un resalto (6), comprendiendo el mencionado procedimiento sucesivamente al menos las etapas siguientes:
- 10 a) se realiza un cuerpo interior (18) por medio de las subetapas siguientes:
 - se realiza un tubo por enrollamiento de fibras pre-impregnadas (16) sobre un primer mandril (17) en rotación, presentando el indicado tubo una pared de espesor igual a la altura del resalto (6) y un diámetro exterior igual al diámetro exterior máximo de la segunda parte cilíndrica hueca (4),
 - se polimeriza el tubo,
 - se retira el primer mandril (17) del tubo,
 - se corta a medida y se esmerila la superficie exterior del tubo formando así el cuerpo interior (18);
- 15 b) se inserta un extremo del cuerpo interior (18) en el extremo de diámetro exterior reducido de cada elemento tubular (5), apoyándose el indicado extremo del cuerpo interior (18) sobre el resalto (6) del elemento tubular;
- 20 c) se introduce una primera parte (19a) de un segundo mandril (19) en la primera parte cilíndrica hueca (1) de cada elemento tubular y se coloca una mordaza de accionamiento (20) en el extremo libre de una segunda parte (19b) del segundo mandril (19);
- 25 d) se enrollan las indicadas fibras pre-impregnadas (16) que son idénticas a las de la etapa a), es decir que comprenden la misma resina y la misma fibra sobre la superficie externa de un conjunto formado por el cuerpo interior (18), el o los elementos tubular(es) (1, 3, 4) y la o las segunda(s) parte(s) (19b) del o de los segundo(s) mandril(es) (19) libre(s) de mordazas (20), formando las indicadas fibras (16) entonces un cuerpo exterior (21);
- e) después de la retirada de la o de las mordaza(s) (20), se polimeriza el cuerpo interior (18) y el cuerpo exterior (21) para formar un cuerpo monobloque polimerizado (22);
- f) se retira el o los segundo(s) mandril(es) (19) y se corta a medida el cuerpo monobloque polimerizado (22).
- 30 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las fibras pre-impregnadas (16) enrolladas en las etapas a) y d) son continuas.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** el diámetro interior de la primera parte cilíndrica hueca (1) es sustancialmente constante.
- 35 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por que** el diámetro exterior de la primera parte cilíndrica hueca (1) es sustancialmente constante y por que la parte cónica hueca (3) tiene un espesor de pared que va afinándose hacia la segunda parte cilíndrica hueca (4).
- 40 5. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por que** el diámetro exterior de la primera parte cilíndrica hueca (1), partiendo de su extremo libre, es primeramente constante reduciéndose seguidamente de forma gradual y finalmente ensanchándose de nuevo para inscribirse en la continuidad de la superficie exterior de la parte cónica hueca (3), teniendo la indicada parte cónica hueca (3) un espesor de pared que va afinándose hacia la segunda parte cilíndrica hueca (4).
- 45 6. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por que** el diámetro exterior de la primera parte cilíndrica hueca (1), partiendo de su extremo libre, es primeramente constante reduciéndose seguidamente de forma gradual y finalmente ensanchándose de nuevo para asentarse en la continuidad de la superficie exterior de la parte cónica hueca (3), ensanchándose la indicada parte cónica hueca (3) hacia la segunda parte cilíndrica hueca (4) y presentando una discontinuidad (7) donde el diámetro interior de la parte cónica hueca (3) aumenta de forma abrupta.
- 50 7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por que** el elemento tubular comprende un elemento de inserción (8) que integra la primera parte cilíndrica hueca (1) y parcialmente la parte cónica hueca (3) hasta la discontinuidad (7), y comprende una parte complementaria (9), también llamada capa, que integra el resto de la parte cónica hueca (3) y la segunda parte cilíndrica hueca (4).
- 55 8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** comprende al menos cuatro etapas suplementarias para la fabricación de dicho elemento tubular, siendo las indicadas etapas puestas en práctica antes de la realización de la etapa b) del procedimiento de fabricación de la biela y siendo las siguientes:
- 1) se realiza el elemento de inserción (8);
- 2) se monta el elemento de inserción (8) en un tercer mandril (10) que comprende sucesivamente una primera parte cilíndrica (11) de forma complementaria a la primera parte cilíndrica hueca del

5 elemento tubular (1), una primera parte cónica (12) de forma complementaria a la parte cónica hueca de dicho elemento de inserción (3), un tope (13) de altura sustancialmente igual al espesor de la pared del elemento de inserción en el extremo libre de su parte cónica hueca (3), y una segunda parte cónica (14) que se va ensanchando hacia una segunda parte cilíndrica (15), introduciéndose la indicada primera parte cilíndrica (11) del tercer mandril (10) en la primera parte cilíndrica hueca (1) del elemento tubular y apoyándose el indicado extremo del elemento de inserción (8) sobre el tope (13);

10 3) se enrolla una o varias capas de las indicadas fibras pre-impregnadas (16) alrededor de la segunda parte cilíndrica (15) y de la segunda parte cónica (14) del tercer mandril (10) y parcialmente alrededor del elemento de inserción (8) a la altura de la discontinuidad (7);

4) la o las capas de fibras pre-impregnadas (16) se polimerizan en un horno para formar la capa (9) y se retira seguidamente el tercer mandril (10).

15 **9.** Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el resalto (6) se realiza colocando un anillo de cierre entre la etapa 3) y la etapa 4) o, preferentemente, mediante mecanizado después de la etapa 4) de polimerización.

10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado por que** el elemento de inserción (8) es metálico.

20 **11.** Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** las fibras pre-impregnadas (16) son idénticas a las utilizadas para la realización de las etapas a) y d) y por que la capa (9) se polimeriza con el cuerpo interior (18) y el cuerpo exterior (21) en la etapa e) para formar un cuerpo monobloque polimerizado (22).

12. Procedimiento según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado por que** el elemento tubular es metálico, de material plástico de elevada resistencia o de carbono.

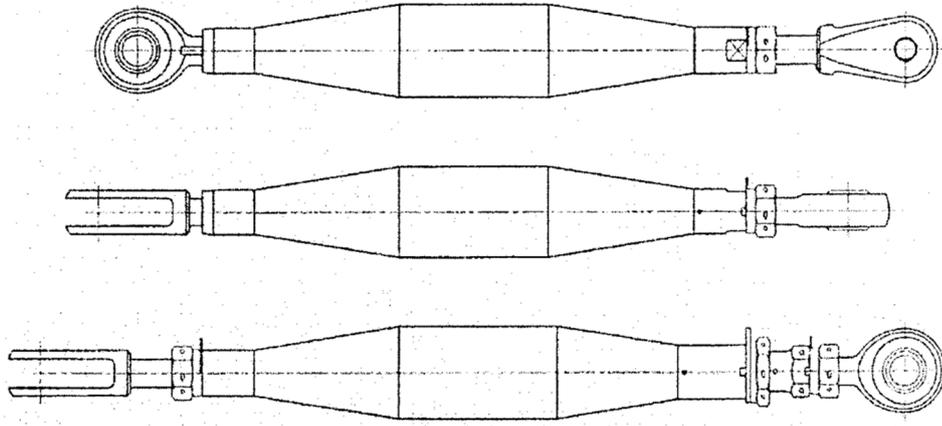


FIG. 1

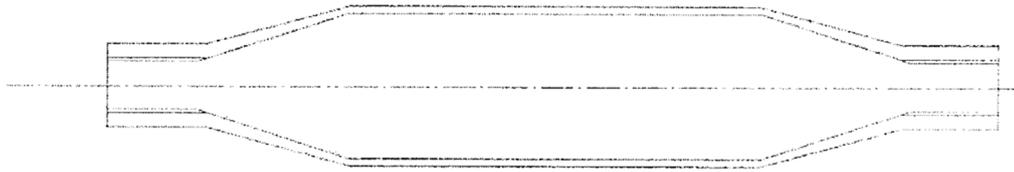


FIG. 2

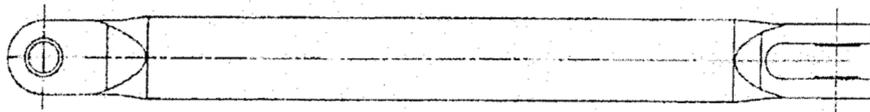


FIG. 3

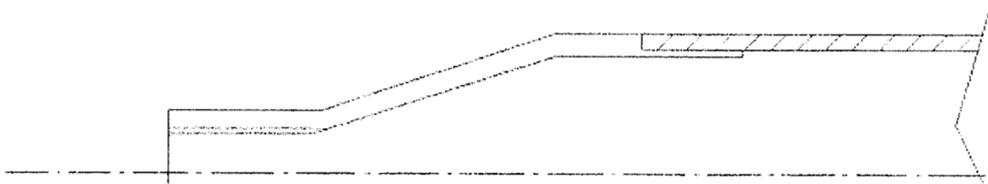


FIG. 4

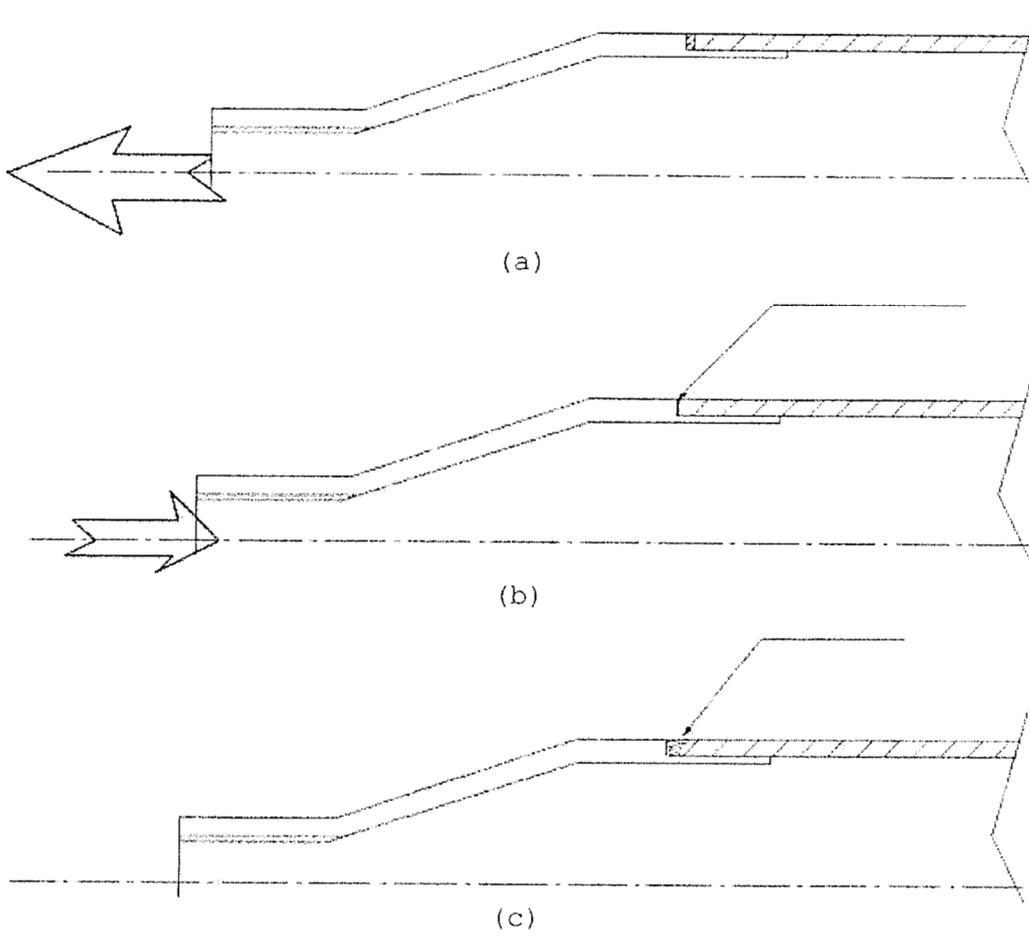


FIG. 5

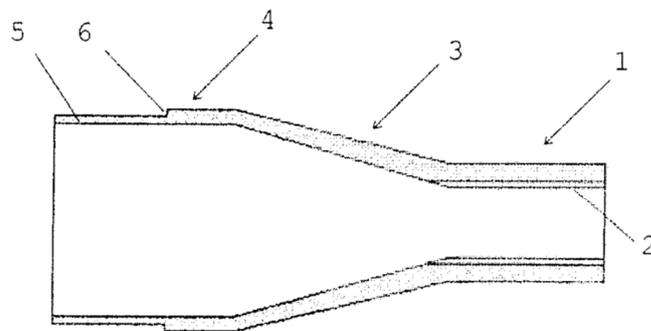


FIG. 6

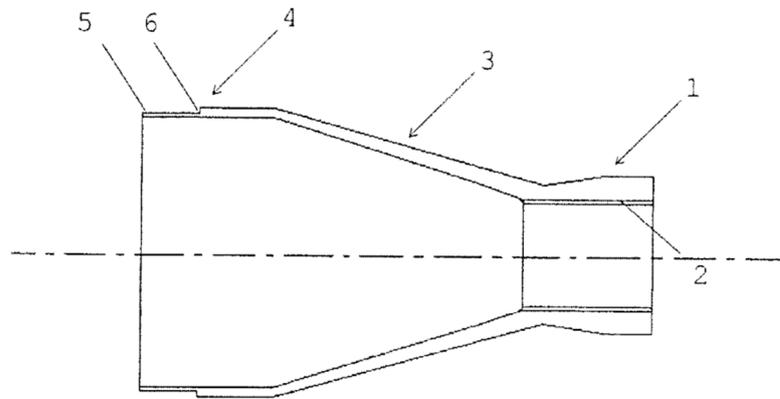


FIG. 7

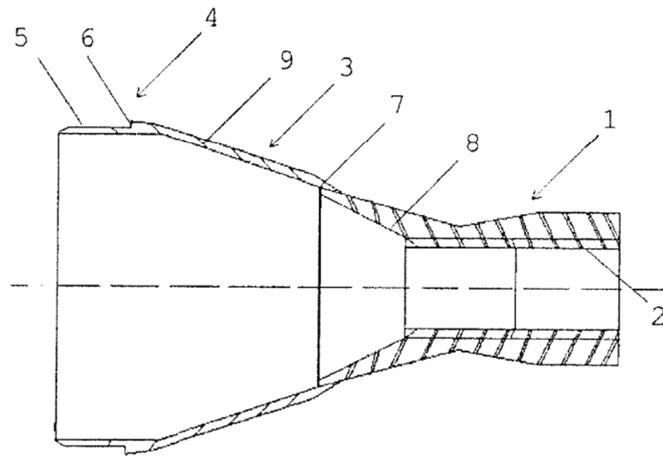


FIG. 8

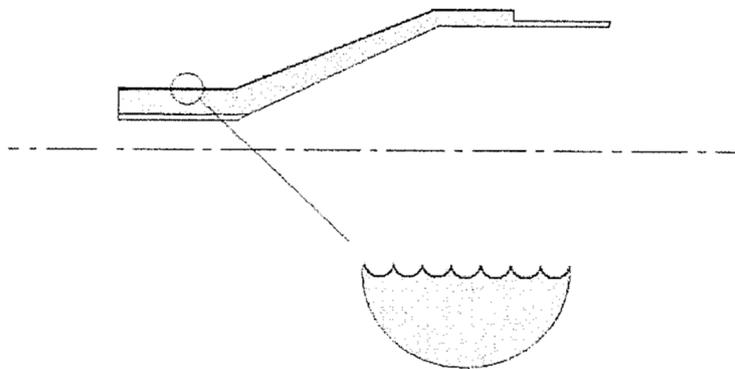


FIG. 9

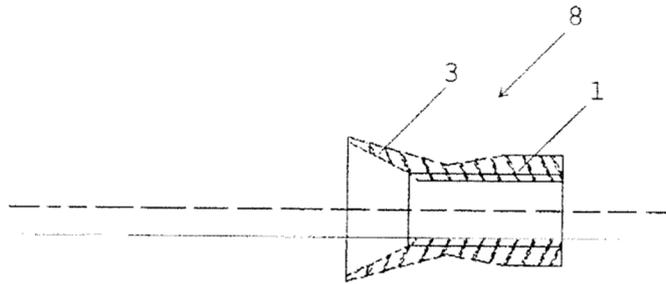


FIG. 10

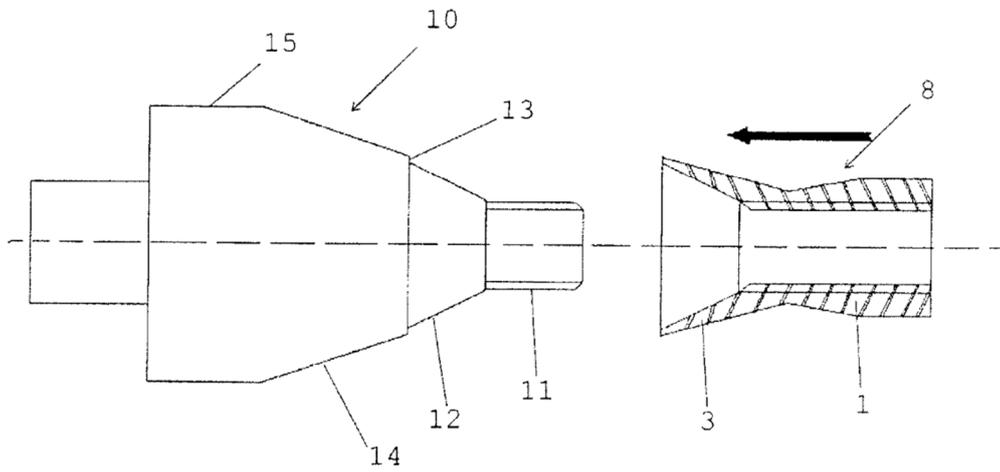


FIG. 11

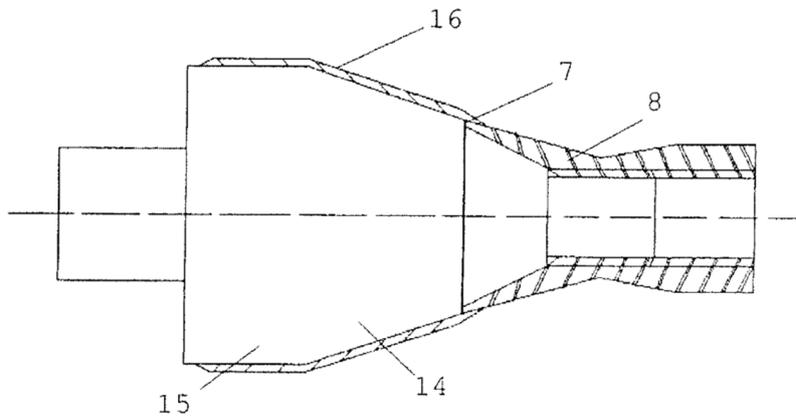
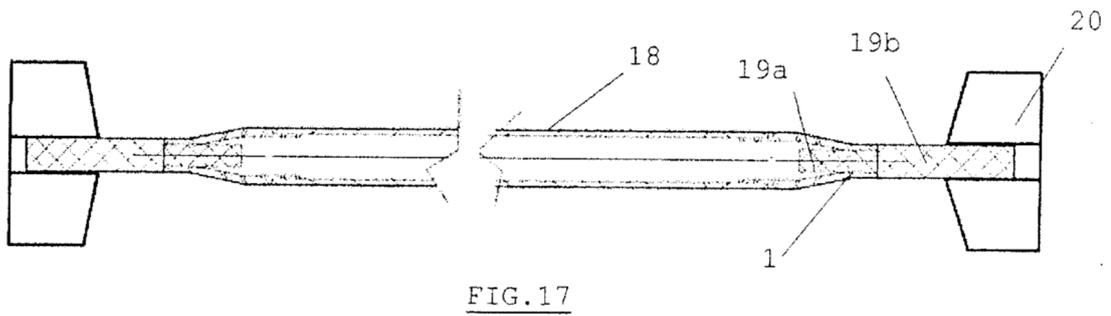
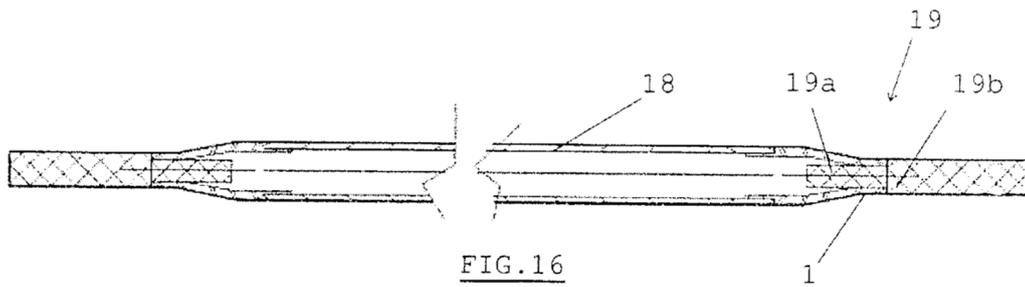
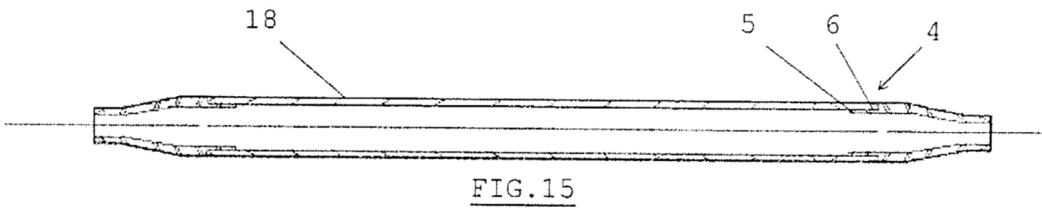
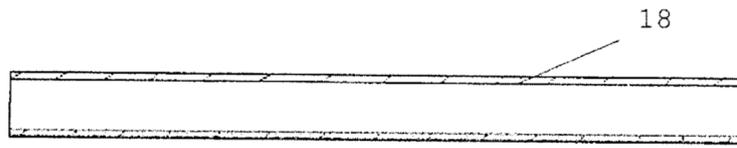
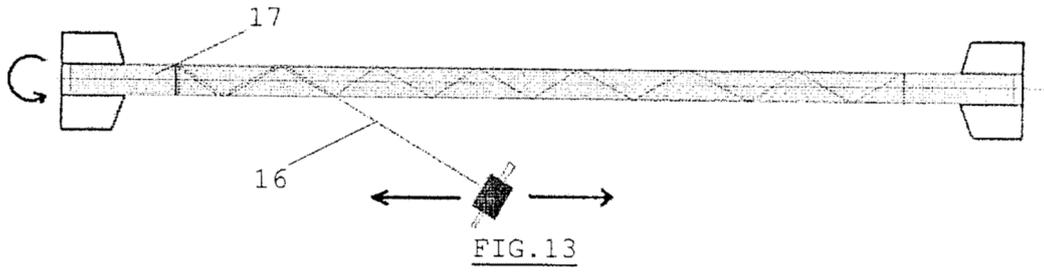


FIG. 12



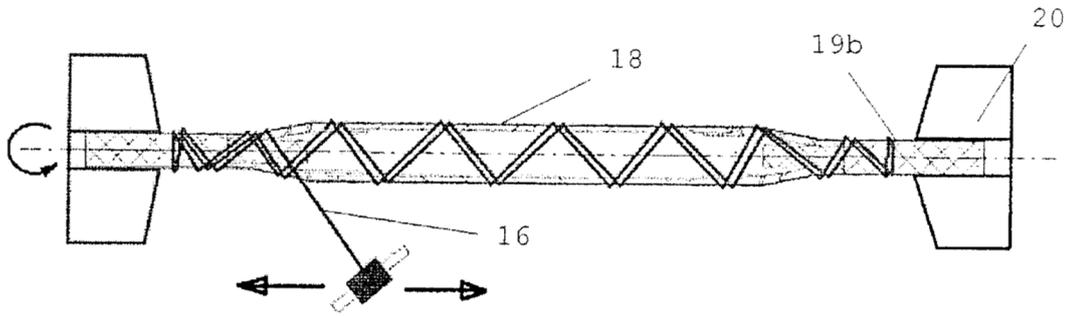


FIG. 18

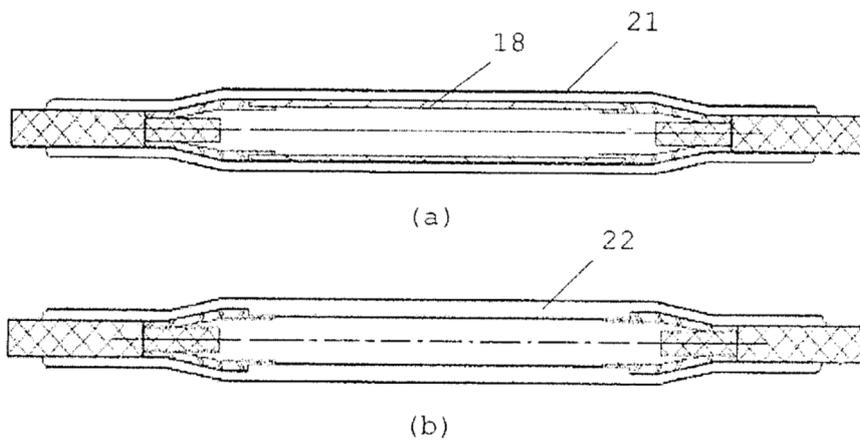


FIG. 19

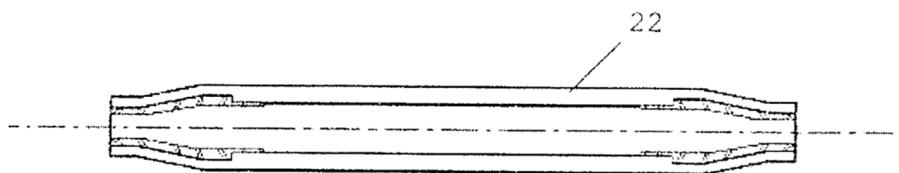
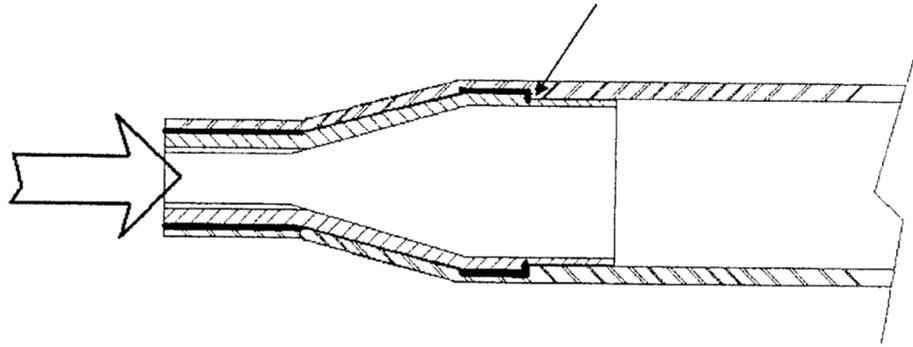


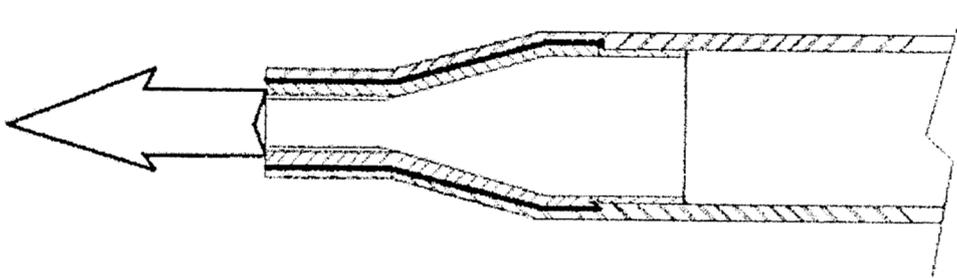
FIG. 20



FIG. 21

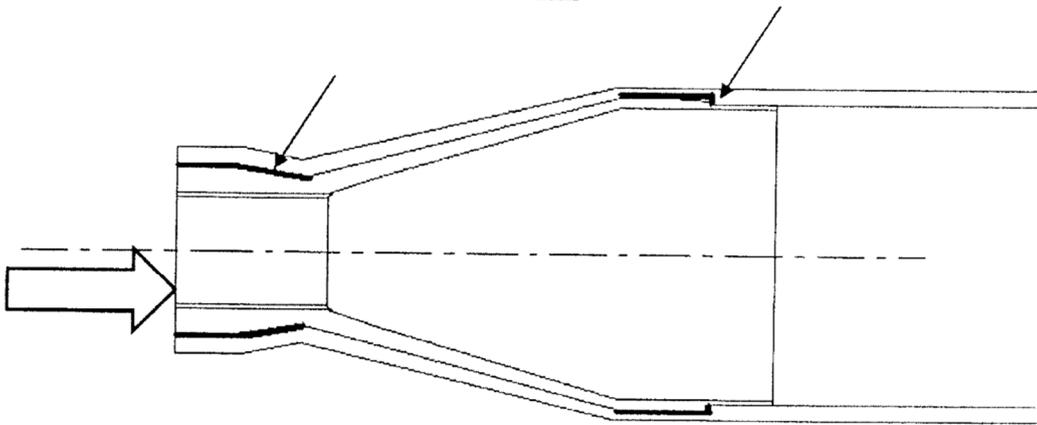


(a)

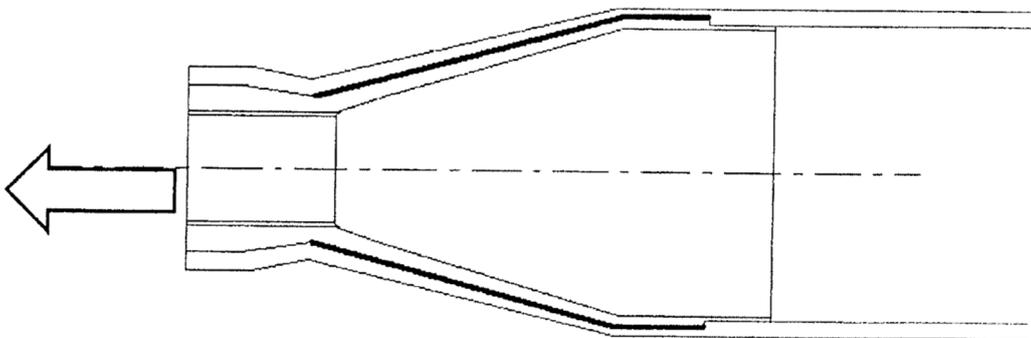


(b)

FIG. 22



(a)



(b)

FIG. 23