

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 059**

51 Int. Cl.:
B29C 33/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06830991 .3**
96 Fecha de presentación: **23.10.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **2083980**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.08.2009**

54 Título: **HERRAMIENTA DE MATERIAL COMPUESTO PARA EL MOLDEO DE PIEZAS CILÍNDRICAS.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.01.2012

73 Titular/es:
**CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES DE LA
MÉDITERRANÉE - CNIM
35 RUE DE BASSANO
75008 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
**MICHEAUX, Dominique;
VALIBOUSE, Pierre;
MARINO, Philippe y
COLOMBO, Denis**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 373 059 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

Herramienta de material compuesto para el moldeo de piezas cilíndricas

5 La presente invención se refiere a una herramienta de material compuesto para la realización de una pieza cilíndrica de un material compuesto. La invención se refiere igualmente a un procedimiento de realización de tal herramienta.

En el campo aeronáutico, para no citar más que un solo campo de aplicación, se utilizan cada vez más piezas compuestas de fibra de carbono para obtener estructuras cada vez más ligeras, sin que renunciar por ello a la rigidez y a otras características necesarias, sino asimismo para obtener elementos que presentan un aspecto más agradable que una pieza de metal a la vez que se garantiza una resistencia al fuego.

10 La realización de tales piezas compuestas necesita una herramienta de gran precisión. Esta herramienta, que se puede asimismo denominar molde, debe a la vez garantizar las funciones habituales de cualquier herramienta indicadas en lo sucesivo, garantizar tolerancias geométricas y la pieza final y soportar ciclos térmicos y de presiones a veces bastante particulares tales como los que intervienen, por ejemplo, durante el paso por autoclave.

15 Habitualmente, se utilizan a tal efecto moldes metálicos realizados en acero Invar por calderería y mecanizado o moldes compuestos realizados en fibras de carbono, preimpregnadas de resina epoxi, por moldeo en un molde denominado "master".

20 Aunque la tecnología Invar se utilice ampliamente en la fabricación en serie, el coste unitario de tal molde sigue siendo elevado. En cambio, las herramientas realizadas en fibras de carbono son menos caras, pero son más frágiles y en la práctica no se pueden reparar, principalmente a causa de los problemas de no estanqueidad que subsisten después de su preparación.

25 Cuando se trata de realizar piezas cilíndricas, especialmente de grandes dimensiones, los problemas de realización proceden menos de la dimensión y de las dificultades de manipulación de tales moldes que de la dificultad de garantizar tolerancias geométricas finales de la pieza, ya que éstas dependen del comportamiento del molde durante el ciclo de polimerización y también en gran medida de la estructura de la pieza a obtener y de su comportamiento sobre su herramienta. En efecto, los problemas resultantes de la dilatación térmica y de una retirada de la resina a menudo no son menores.

En tal situación, solo un enfoque por mecanizado permitiría garantizar las tolerancias finales de la pieza.

30 Existen materiales compuestos que, moldeados y polimerizados a temperatura elevada y bajo fuente presión en autoclave, se pueden a continuación mecanizar para obtener la geometría deseada, a la vez que se conserva la estanqueidad requerida para la fabricación de la pieza final. Sin embargo, tales materiales necesitan la realización de un "master" capaz de soportar condiciones de temperatura y de presión de su polimerización en autoclave. Tales "maestros" son por otra parte tanto más costosos y complejos cuanto que la estructura a realizar es de grandes dimensiones y que las exigencias geométricas son severas. A título de ejemplo, tolerancias de +/-0,6 mm para un diámetro de la pieza de 4 m no son condiciones raras de satisfacer. Asimismo, la segmentación de una herramienta en varios pétalos para permitir el desmoldeo tal como se describe por ejemplo en el documento EP 0394 934 A1, hace que esta utilización sea aún más problemática.

40 Como se indica al inicio de esta descripción, la realización de una pieza compuesta de fibras de carbono preimpregnadas de resina epoxi necesita una herramienta de gran precisión, que debe garantizar las funciones habituales de cualquier herramienta de precisión. En este caso en el campo de interés, la herramienta debe permitir revestir una piel rigidizada de perfiles de tipo Ω por colocación de fibras. La herramienta se debe asimismo poder extraer de la estructura revestida después de la polimerización. Además, la herramienta debe respetar las tolerancias solicitadas y debe permitir la estabilidad de rigidizadores y de sus núcleos. Finalmente, la superficie de colocación de las fibras debe ser estanca a temperatura ambiente y a temperatura elevada en autoclave con el fin de poder colocar una bolsa a vacío durante la polimerización. La herramienta debe igualmente permitir la fijación de cuñas o contramoldes (caul plates) para la fase de polimerización. Y por último, la herramienta debe resistir las condiciones de entorno del procedimiento de fabricación de la pieza.

Por otra parte, una herramienta compuesta destinada a la realización de una pieza cilíndrica en un material compuesto debe incluir termopares, debe tener una superficie de contacto con una rugosidad máxima de $R_a=0,8$ y debe integrar sobrelongitudes necesarias para el desbarbado de la pieza obtenida.

50 El objetivo de la invención es proponer una herramienta que satisfaga diversas condiciones indicadas anteriormente y que sea fácil de manipular, especialmente durante la extracción de la herramienta de la estructura revestida después de la polimerización.

El objetivo de la invención se alcanza con una herramienta de material compuesto para la realización de una pieza cilíndrica en un material compuesto, destinándose la herramienta a constituir un mandril sobre el cual se formará la pieza cilíndrica.

5 Según la invención, la herramienta comprende un conjunto de elementos que constituyen cada uno de ellos un sector cilíndrico de la herramienta, incluyendo cada uno de los elementos una estructura portadora de material compuesto de fibras y una piel moldeada en la estructura portadora, incluyendo la herramienta, además, medios de estanqueidad destinados a ser colocados en las uniones entre los elementos de la herramienta.

10 La herramienta de la invención está de este modo constituida por el conjunto de elementos ensamblados mecánicamente y que se puede desmontar elemento a elemento, según una secuencia precisa, lo cual permite el desmoldeo de la pieza acabada. Cada uno de los elementos de tal herramienta, que se denominan también "tejas" se realiza ventajosamente de la siguiente manera:

- se realiza una estructura portadora de material compuesto de fibras de carbono clásico. Esto se puede realizar según un procedimiento clásico que consiste en
 - 15 • la utilización de un "master" clásico de espuma y pasta extruible y mecanizado; tal master es poco costoso ya que no necesita ser muy preciso;
 - la cocción de la estructura portadora es estufa de vacío (por lo tanto en autoclave) a baja temperatura, del orden de 40°C/45°C, y a continuación un ciclo de postcocción confiriendo una estabilidad a temperatura elevada;
 - 20 • la estructura portadora se puede autorigidizar para soportar los esfuerzos mecánicos durante la aplicación de la herramienta; entre estos esfuerzos mecánicos se resaltan más particularmente los que intervienen por el revestimiento, durante la polimerización en autoclave, durante operaciones de mantenimiento, y durante el desmontaje y el remontaje de la herramienta;
- una piel de fibras de carbono preimpregnadas de una resina epoxi o una piel de fibras de carbono preimpregnadas de una resina de poliimida, especialmente de bismaleimida, de espesor reducido se moldeará sobre la estructura portadora, cocerá en el autoclave a vacío y presión y alta temperatura para obtener las propiedades mecánicas requeridas y la homogeneidad esperadas de los materiales. La estructura portadora permite esta aplicación.
- 25 - una repetición de mecanizado de la piel así aplicada permite obtener la geometría deseada así como la integración de los elementos que permiten la obtención de la estanqueidad en las interfaces.

30 Una herramienta realizada de la manera descrita anteriormente, teja a teja, según una secuencia precisa, permite el desmoldeo de la pieza acabada sean cuales sean las dimensiones de la misma.

Obsérvese más particularmente que el número de elementos que componen la herramienta de la invención depende totalmente de las dimensiones de la pieza a realizar y de algunas limitaciones de manipulación de cada uno de los elementos. El ejemplo de realización descrito más adelante presenta una herramienta compuesta por siete tejas, número elegido arbitrariamente que no es de modo alguno limitativo ni preferente.

La solución de la invención se puede adaptar perfectamente a herramientas de desarrollo, pero se puede aplicar igualmente para herramientas de producción en serie. En efecto, el material utilizado para la realización de la piel permite repeticiones y reparaciones que pueden ser necesarios durante la vida de la herramienta, por ejemplo tras choques o cualquier otro tipo de daño o por desgaste.

40 Según la realización elegida de la herramienta de la invención, está última puede tener las siguientes características adicionales, consideradas aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- cada uno de los elementos incluye una estructura portadora de material compuesto de fibras de carbono;
- cada uno de los elementos incluye una piel de carbono preimpregnada de una resina epoxi;
- 45 - cada uno de los elementos incluye una piel de carbono preimpregnada de una resina de estructura de poliimida;
- cada uno de los elementos incluye una piel de carbono preimpregnada de bismaleimida;
- cada uno de los elementos incluye una piel que ha sido sometida después del moldeo y la cocción, un mecanizado que confiere al elemento dimensiones predeterminadas y al elemento un estado de superficie predeterminado;

- los medios de estanqueidad incluyen juntas tóricas inflables de silicona;
- la herramienta comprende insertos estancos destinados a colocarse a las uniones de los elementos del lado de la piel.

5 El objetivo de la invención se alcanza asimismo con un procedimiento de realización de una herramienta de material compuesto para la realización de una pieza cilíndrica de un material compuesto, comprendiendo la herramienta un conjunto de elementos de los que cada uno constituye un sector cilíndrico de la herramienta.

Según la invención, el procedimiento comprende al menos las siguientes etapas:

- realización de un número predeterminado de elementos que incluyen una estructura portadora de material compuesto de fibras,
- 10 - moldeo de una piel sobre la estructura portadora,
- cocción de los elementos,
- mecanizado de la piel de cada uno de los elementos con el fin de conferir a cada uno de los elementos dimensiones predeterminadas y a la piel un estado de superficie predeterminado

15 Los sectores de piel de la herramienta están compuestos por un material compuesto a base de capas de fibras de carbono, preimpregnadas de una resina y depositadas según un plano de revestimiento cuasi-iso.

20 Cuando se realiza la preimpregnación con una resina de utillaje, la piel no permite la obtención directa por moldeo de la tolerancia geométrica exigida y no autoriza tampoco una repetición de mecanizado para garantizar un estado de superficie satisfactorio respecto de la rugosidad de superficie y de la estanqueidad exigida. Por este motivo, la piel se recubre con una capa de material compuesto (cuasi-iso) de tipo HexTool[®] de la sociedad Hexcel, material compuesto que presenta excelentes características en lo relativo a la rugosidad de superficie y la estanqueidad.

Ventajosamente, la piel se realiza con un sobreespesor con 1 a 2 mm para de este modo permitir un remecanizado de la cota acabada después de la fabricación y control de una primera pieza. El espesor recomendado de la piel es del orden de 10 mm.

25 En los dibujos anexos, una secuencia de figuras representa la cinemática de retirada de los diferentes elementos o tejas de una herramienta de la invención de una pieza realizada con la ayuda de esta herramienta. Se ve más particularmente que la concepción de esta invención permite liberar y extraer los elementos uno a uno. En ningún momento de la secuencia, la superficie de las pieles de diferentes elementos corta la superficie de la piel realizada. Los medios a aplicar para efectuar esta operación de desmandrinado se deben evidentemente adaptar al uso de la herramienta y a los ritmos de producción requeridos.

30 Siendo el rendimiento de la estanqueidad de la herramienta esencial respecto de la calidad de la pieza a realizar, esta estanqueidad se adapta al concepto de sectores cilíndricos seleccionados para garantizar el desmandrinado, así como al procedimiento de realización de la pieza.

35 La solución propuesta en el marco de la presente invención consiste en usa dos juntas tóricas dispuestas a una distancia de la piel de cada uno de los elementos y a niveles diferentes. La solución de doble junta tórica permite controlar de manera continua la validez de la barrera de estanqueidad. Además, esta solución permite corregir variaciones de vacío durante el procedimiento de realización de la pieza compuesta.

40 Asimismo, es posible usar juntas tóricas macizas de vitón o de silicona, ya que se prevé que estos funcionen a temperaturas elevadas tales como las previstas en autoclave. Sin embargo, debido a los juegos considerados, es posible que la estanqueidad no esté garantizada en cada una de las operaciones de realización de una pieza cilíndrica de material compuesto. Por este motivo, es preferible usar juntas tóricas inflables de silicona.

45 La junta tórica más esforzada durante la realización de la pieza es la junta interior, ya que por un lado experimenta la presión del autoclave, que es del orden de 8 bares, y por otro lado, experimenta el vacío, que es orden de 50 mbares. En estas condiciones, se pueden usar, por ejemplo, dos juntas inflables tubulares que tienen un diámetro exterior de 16 mm. Las ranuras destinadas a recibir estas juntas se mecanizan en oposición de manera a no debilitar la piel, como se ha representado en los dibujos anexos. Ventajosamente, la junta interior se debe poder inflar a una presión del orden de 10 bares.

50 El uso de juntas inflables garantiza la estanqueidad necesaria para la herramienta de la invención. Sin embargo, este uso no está libre de impacto sobre el dimensionamiento de las pieles de cada uno de los elementos y de la estructura portadora. En efecto, las juntas inefables inducen esfuerzos muy importantes sobre las paredes longitudinales de las pieles. En efecto, considerando que la presión de la junta se aplica a aproximadamente el 50%

de la ranura, el esfuerzo generado en el borde de una piel de longitud 6000 mm es del orden de 50000 N aproximadamente. Según la geometría de las pieles, estos esfuerzos inducen momentos de torsión y de flexión en la estructura portadora que deben tener dimensiones en consecuencia.

5 La validez del comportamiento de la estanqueidad de la presión en autoclave es ventajosamente verificada antes de meter la pieza dentro del autoclave, inflando el espacio entre juntas a la presión de 8 bares.

La gestión de la interfaz entre las pieles de dos elementos adyacentes y las juntas inflables y la tela de vacío, es también muy importante para garantizar la estabilidad del vacío durante la polimerización. Con este fin, una posible solución consiste en colocar en cada unión de dos elementos adyacentes, en un extremo de la piel, un inserto estanco que permite el paso de la junta inflable, la cual está cubierta por la tela de vacío.

10 La herramienta de la invención presenta las siguientes ventajas:

- la herramienta de la invención constituye una solución económica que permite disponer un utillaje de gran dimensión para la fabricación de piezas de estructura compuesta de dimensión muy importante con una gran precisión geométrica;
- 15 - la herramienta de la invención incluye una estructura de fibras de carbono preimpregnadas de una resina epoxi, lo cual permite una polimerización a basa temperatura seguida de una postcocción;
- la herramienta de la invención comprende un revestimiento de material compuesto de fibras de carbono preimpregnadas de una resina epoxi o de una resina de estructura de poliimida, especialmente de bismaleimida, lo cual permite mecanizar la superficie de la herramienta sin deformarla y conservando la homogeneidad y la estanqueidad del material;
- 20 - la herramienta se puede reparar según un proceso sencillo y aplicable individualmente a cada elemento de la herramienta;
- el comportamiento del material de superficie de la herramienta permite un uso del mismo durante varios centenares de ciclos;
- 25 - la arquitectura de la herramienta de la invención, gracias a la cual la parte central de la herramienta queda totalmente liberada, permite prever una mecanización de la manipulación de los elementos de la herramienta con el fin de facilitar la operación de desmandrinado y de remontaje del mandril y reducir de este modo la duración de estas operaciones para fabricaciones en serie.

30 Otras características y ventajas de la presente invención se harán evidente a partir de la siguiente descripción de una realización de la herramienta de la invención. La descripción se realiza con referencia a los dibujos en los cuales:

las figuras 1 a 8 representan una herramienta según una realización preferida de la invención y de la cinemática de su desmontaje, a saber:

- la figura 1 representa la herramienta con un primer elemento liberado para ser extraído,
- la figura 2 representa la extracción del primer elemento de la herramienta de la invención,
- 35 - la figura 3 representa la herramienta con un segundo elemento liberado para ser extraído,
- la figura 4 representa la extracción del segundo elemento de la herramienta de la invención,
- la figura 5 representa la herramienta con los tres últimos elementos cuyo antepenúltimo elemento está liberado para ser extraído,
- la figura 6 representa la extracción del antepenúltimo elemento de la herramienta de la invención,
- 40 - la figura 7 representa la herramienta con los dos últimos elementos cuyo penúltimo está liberado para ser extraído,
- la figura 8 representa la extracción del penúltimo elemento de la herramienta de la invención,
- la figura 9 representa aisladamente un elemento de la herramienta de la invención del lado de la piel del elemento,
- 45 - la figura 10 representa el elemento de la figura 9 en una sección transversal,

- la figura 11 representa la unión entre dos elementos adyacentes de la herramienta de la invención, y
- la figura 12 representa esquemáticamente la disposición de un inserto de estanqueidad en una herramienta de la invención.
- La figura 1 representa una herramienta de material compuesto para la realización de una pieza cilíndrica de un material compuesto, por ejemplo para la realización de un elemento de fuselaje de un avión. La herramienta, que está ella misma realizada en forma de un elemento cilíndrico de revolución, se destina a constituir un mandril en el cual se formará la pieza cilíndrica a realizar.

5
10 Según la invención, la herramienta comprende siete elementos, de los cuales cada uno constituye un sector cilíndrico de la herramienta. Los elementos 1 están conformados para ser mantenidos en contacto estanco según el contorno de la pieza a realizar.

Ventajosamente, los elementos 1 de la herramienta son todos idénticos entre si cuando se trata de realizar piezas cilíndricas de revolución o que tienen una forma próxima a la de un cilíndrico de revolución.

Sin embargo, la presente invención se aplica igualmente a herramientas de material compuesto que permite realizar piezas tubulares que tienen una sección no circular.

15 Por este motivo, el número de elementos, y en su caso, sus formas serán determinadas individualmente para cada herramienta.

Como lo muestra la serie de figuras 1 a 8, los elementos 1 no solamente están conformados para poder constituir un molde cilíndrico, pero están igualmente conformados para liberarse unos tras otros individualmente hacia el interior de la herramienta y para ser retirado sin obstaculizar la pieza realizada.

20 La serie de figuras 1 a 8 representa por lo tanto para cuatro elementos 1 elegidos de la herramienta el modo en que el elemento es liberado hacia el interior de la herramienta y a continuación es extraído de la herramienta y por lo tanto del interior de la pieza realizada.

25 Es fácil imaginar que para la manipulación de cada uno de los elementos, tanto para el desmontaje del molde como para su reconstitución, medios hidráulicos o mecanizados de otro modo se pueden utilizar para la manipulación de cada uno de los elementos. Asimismo, hay que prever medios mecanizados o no, que permiten mantener los elementos unos tras otros hasta que la herramienta esté completa.

30 Pudiéndose deducir la forma de una herramienta completa de la invención fácilmente de la figura 1, la herramienta completa no se representa por separado en el dibujo. La figura 1 representa la herramienta de la invención con un primer elemento 1 liberado de la periferia de la herramienta para ser extraído del interior de la pieza realizada (no representado). La figura 2 representa el primer elemento durante su extracción.

Las figuras 3 y 4 representan respectivamente el segundo elemento 1 en posición de liberación y durante su extracción del interior de la pieza realizada.

Las figuras 5 y 6 representan los tres últimos elementos restantes de la herramienta de la invención con el quinto de los siete elementos respectivamente en posición liberada y envía de extracción.

35 Y las figuras 7 y 8 representan la siguiente etapa donde no queda más que los dos últimos elementos de la herramienta de la invención. La figura 7 representa el penúltimo elemento en posición de liberación y la figura 8 representa el penúltimo elemento en vía de extracción.

40 La figura 9 representa de manera aislada un elemento 1 en una vista en perspectiva sobre su cara convexa, es decir sobre la cara destinada a ser orientada hacia la pieza a realizar. Se observa en esta figura más particularmente que la superficie del elemento 1 presenta todas las ranuras o partes en voladizo necesarias y dispuestas según la geometría prevista para permitir la realización sobre la cara interior de la pieza a realizar de las nervaduras o hundimientos deseados.

45 La figura 10 representa un elemento 1 en un corte transversal respecto del eje de simetría de la herramienta de la invención. Se observa más particularmente que el elemento 1 comprende una estructura portadora 2 de material compuesto de fibras, así como una piel 3 moldeada sobre la estructura portadora 2. La estructura portadora 2 incluye, según la realización representada en los dibujos, una piel 2 según la forma deducida de la forma final de la pieza, una viga 21 en forma de U con una sección rectangular, al menos un tabique transversal 22 en la parte inferior de la viga 21, velos longitudinales 23 en los extremos abiertos de la viga 21, así como un velo transversal 24 que se extiende sobre todo el ancho del elemento 1 y sobre la altura determinada por la curvatura de la piel 3.

50 La figura 11 representa la unión entre dos elementos 1 adyacentes. En sus vueltas laterales de la estructura 2 y de

la piel moldeada 3, dos juntas tóricas inflables 11, 12 se colocan en las ranuras 13, 14 situadas en oposición y radialmente desfasadas una de otra. Gracias a esta disposición de la invención, cada una de las dos juntas 11, 12 se apoya contra la estructura del elemento adyacente. A título de ejemplo, se pueden utilizar juntas inflables de un diámetro exterior del orden de 16 mm y las dos ranuras 13, 14 se reparten alternativamente sobre cada teja adyacente para no debilitar la estructura.

5 Un espacio 15 entre los dos elementos 1 adyacentes que se presentan al nivel de la piel de cada uno de los elementos es colmado ventajosamente con una resina epoxi. Sin embargo, a la vista de las presiones que actúan durante la cocción de la pieza realizada, este "taponamiento" del espacio 15 no garantizará ninguna función de estanqueidad. La función de estanqueidad es realizada por lo tanto por completo por las dos juntas tóricas inflables 10 11, 12. En efecto, a título de ejemplo, durante el paso de la pieza a realizar en el autoclave, la presión que actúa del lado interior de los elementos 1 es del orden de 8 bares mientras que del lado de la piel 3, el vacío con el cual se aplica una tela sobre la pieza a realizar, como contramolde, es de l orden de 50 mbares solamente. Debido a estas circunstancias de presión, la junta interior 12 se infla al 125% de la diferencia de presión entre la presión del autoclave y el vacío sobre la tela, es decir a aproximadamente 10 bares.

15 Puesto que las juntas tóricas inflables 11, 12 garantizan la estanqueidad de las uniones de los elementos adyacentes únicamente en el sentido de su extensión longitudinal, la estanqueidad en extremo de la piel debe estar garantizada por medios adicionales. La solución aquí propuesta para tales medios adicionales consiste en colocar en cada unión de dos elementos adyacentes, en extremo de piel, un inserto estanco.

20 La figura 12 representa esquemáticamente la disposición de un inserto estanco 31 en una herramienta de la invención.

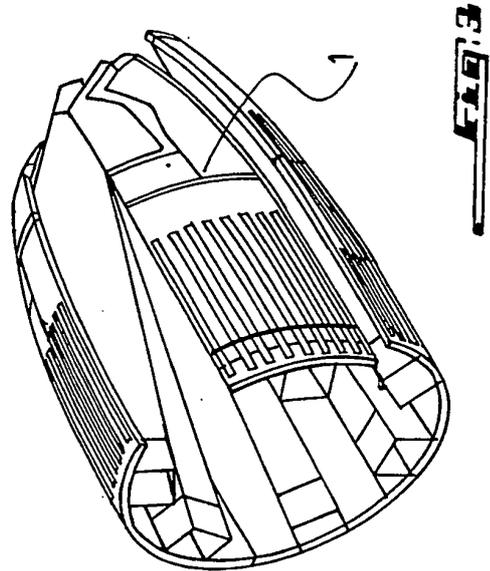
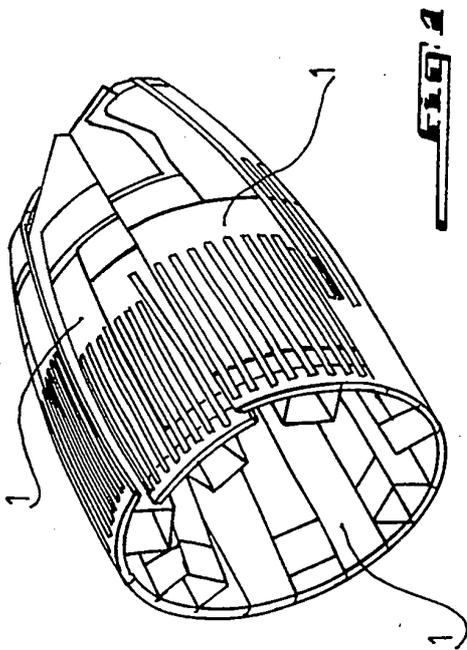
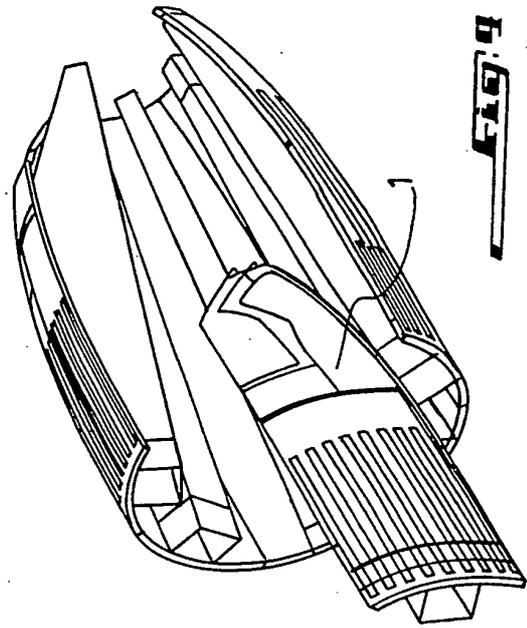
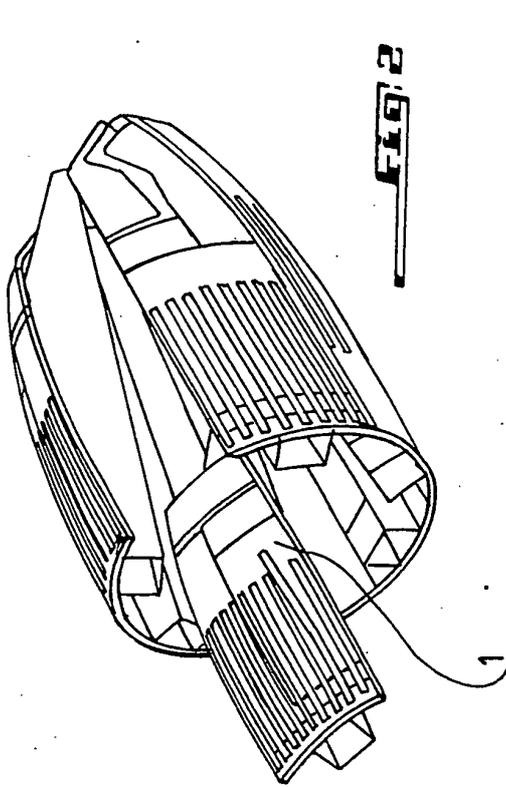
El inserto 31 es una pieza en forma de escuadra, por ejemplo de silicona, dispuesta con una de sus dos alas, referenciada 31A, sobre las pieles de dos elementos adyacentes 1, 1 y con la otra ala, referenciada 31B, transversalmente respecto de las pieles y en extremo de las mismas. El ala 31A del inserto 31 está cubierta por la tela de vacío y se mantiene en posición por una placa de mantenimiento 32 de la tela y el ala 31B es mantenida por una placa de mantenimiento 33 del inserto.

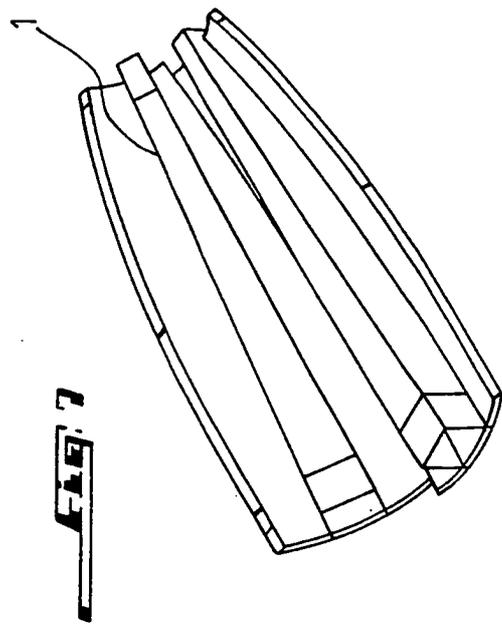
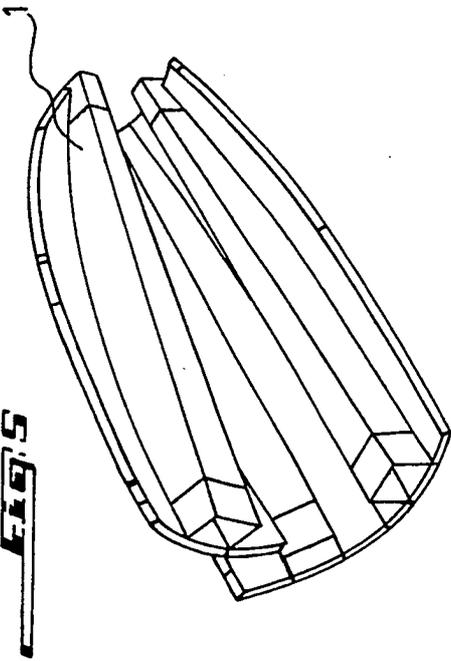
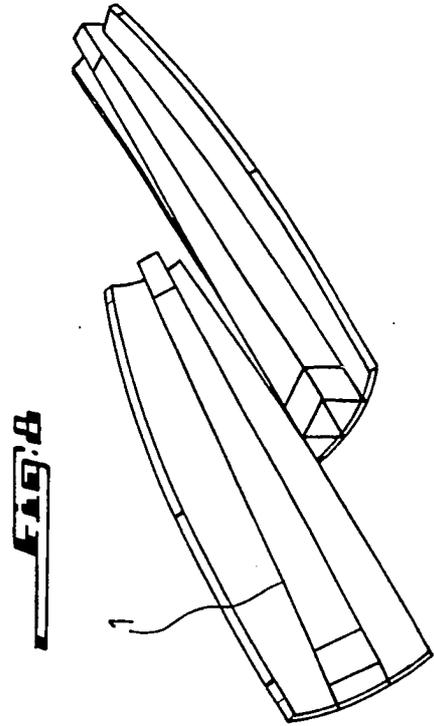
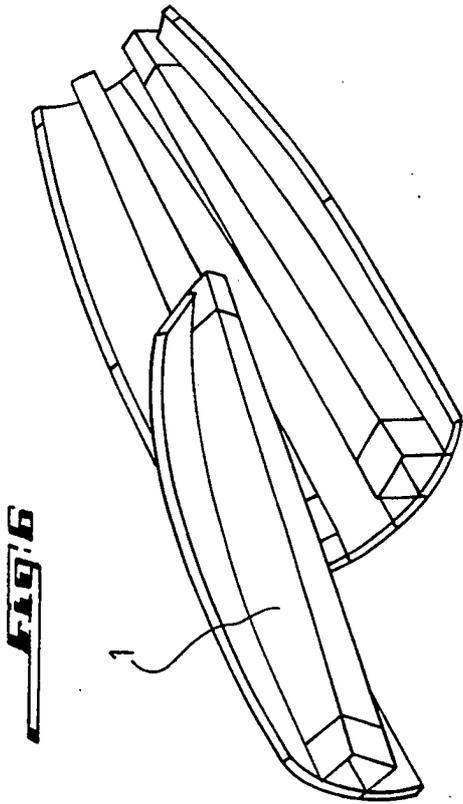
25 El inserto 31 comprende asimismo dos orificios 34, 35 dispuestos de manera que se encuentran enfrente de las ranuras 13, 14 de los dos elementos adyacentes 1, 1. Estos orificios permiten sacar las juntas tóricas 11, 12 hacia el exterior y conectarla a continuación a una fuente de aire de alta presión con el fin de poder inflar cada una de las dos juntas a la presión predeterminada.

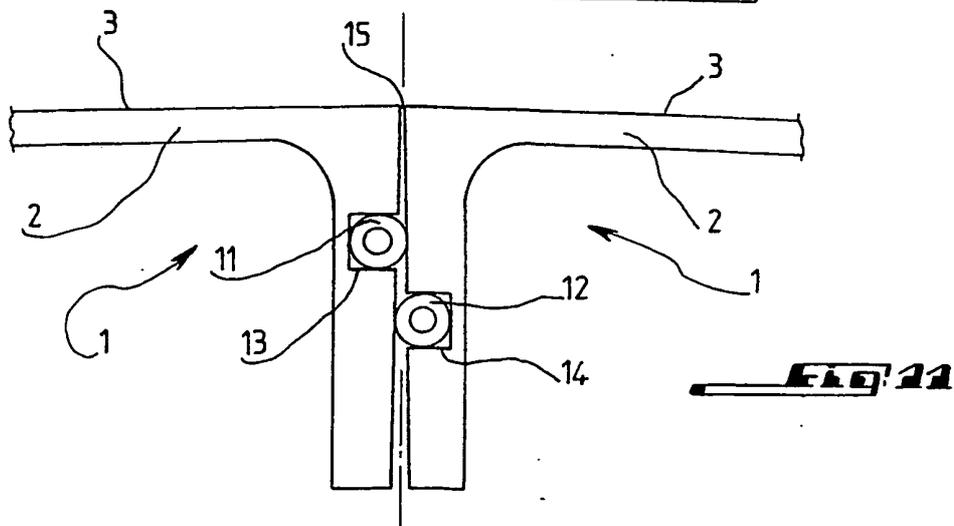
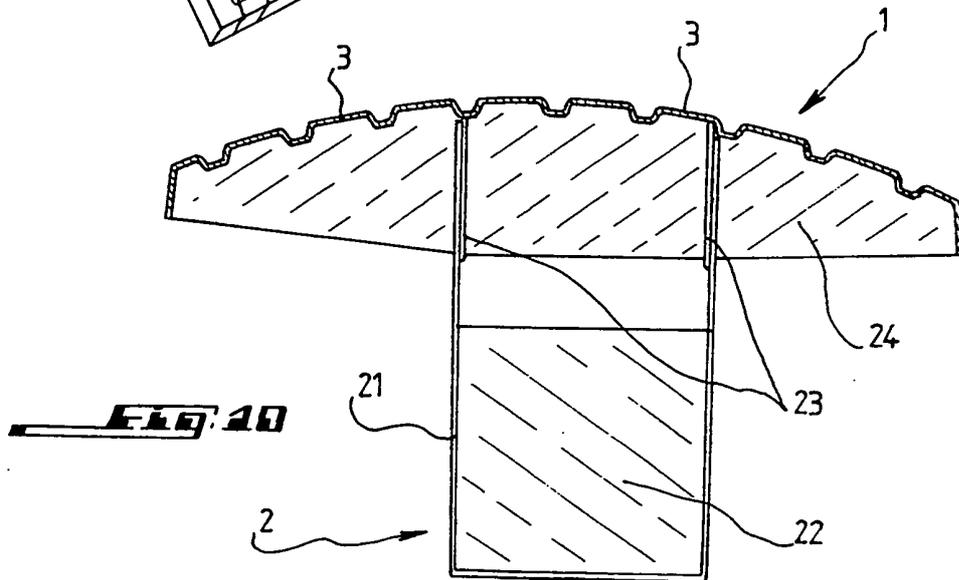
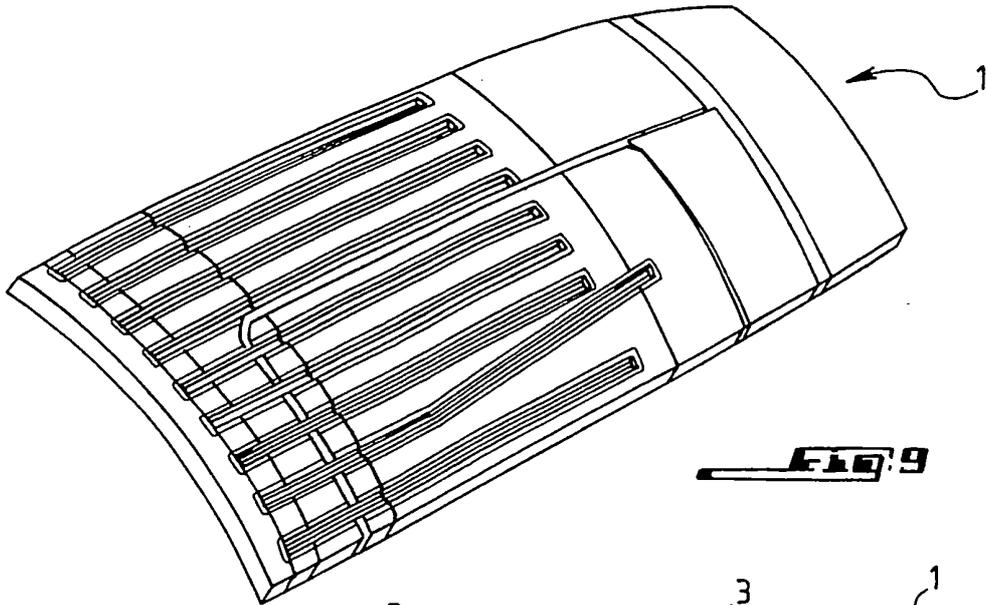
30

REIVINDICACIONES

- 1.- Herramienta de material compuesto para la realización de una pieza cilíndrica en un material compuesto, destinándose la herramienta a constituir un mandril sobre el cual se formará la pieza cilíndrica, y que comprende un conjunto de elementos (1), cada uno de los cuales constituye un sector cilíndrico de la herramienta, incluyendo cada uno de los elementos (1) una estructura portadora (2) de material compuesto de fibras, **caracterizada porque** cada uno de los elementos (1) incluye una piel moldeada (3) sobre la estructura portadora (2), incluyendo la herramienta, además, medios de estanqueidad (11, 12) en forma de juntas tóricas (11, 12) inflables de silicona, destinados a ser colocados en las uniones entre los elementos (1) de la herramienta, a saber en ranuras (13, 14) situadas en oposición y radialmente desfasadas la una de la otra en vueltas laterales de la estructura portadora (2) y de la piel (3).
- 2.- Herramienta según la reivindicación 1, **caracterizada porque** cada uno de los elementos (1) incluye una estructura de fibras de carbono
- 3.- Herramienta según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** cada uno de los elementos (1) incluye una piel (3) de carbono preimpregnada de una resina epoxi,
- 4.- Herramienta según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** cada uno de los elementos (1) incluye una piel (3) de carbono preimpregnada de una resina epoxi.
- 5.- Herramienta según la reivindicación 4, **caracterizada porque** cada uno de los elementos (1) incluye una piel (3) de carbono preimpregnada de bismaleimida.
- 6.- Herramienta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** cada uno de los elementos (1) incluye una piel (3) que ha experimentado, después del moldeo y la cocción, un mecanizado que confiere al elemento (1) dimensiones predeterminadas y a la piel (3) un estado de superficie predeterminado.
- 7.- Herramienta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** comprende insertos estancos destinados a ser colocados en las uniones de los elementos (1) del lado de la piel (3).
- 8.- Procedimiento de realización de una herramienta de material compuesto para la realización de una pieza cilíndrica de un material compuesto, comprendiendo la herramienta un conjunto de elementos (1) de los que cada uno constituye un sector cilíndrico de la herramienta,
- caracterizado porque** comprende al menos las siguientes etapas:
- realización de un número predeterminado de elementos (1) que comprende una estructura portadora (2) de material compuesto de fibras,
- moldeo de una piel (3) sobre la estructura portadora (2) con un sobreespesor con el fin de permitir un remecanizado de la cota acabada después de la fabricación,
- cocción de los elementos (1),
- mecanizado de la piel (3) de cada uno de los elementos (1) con el fin de conferir a cada uno de los elementos (1) dimensiones predeterminadas y a la piel (3) un estado de superficie predeterminado,
- instalación de dos juntas tóricas inflables de silicona a una distancia de la piel de cada uno de los elementos y a niveles diferentes.







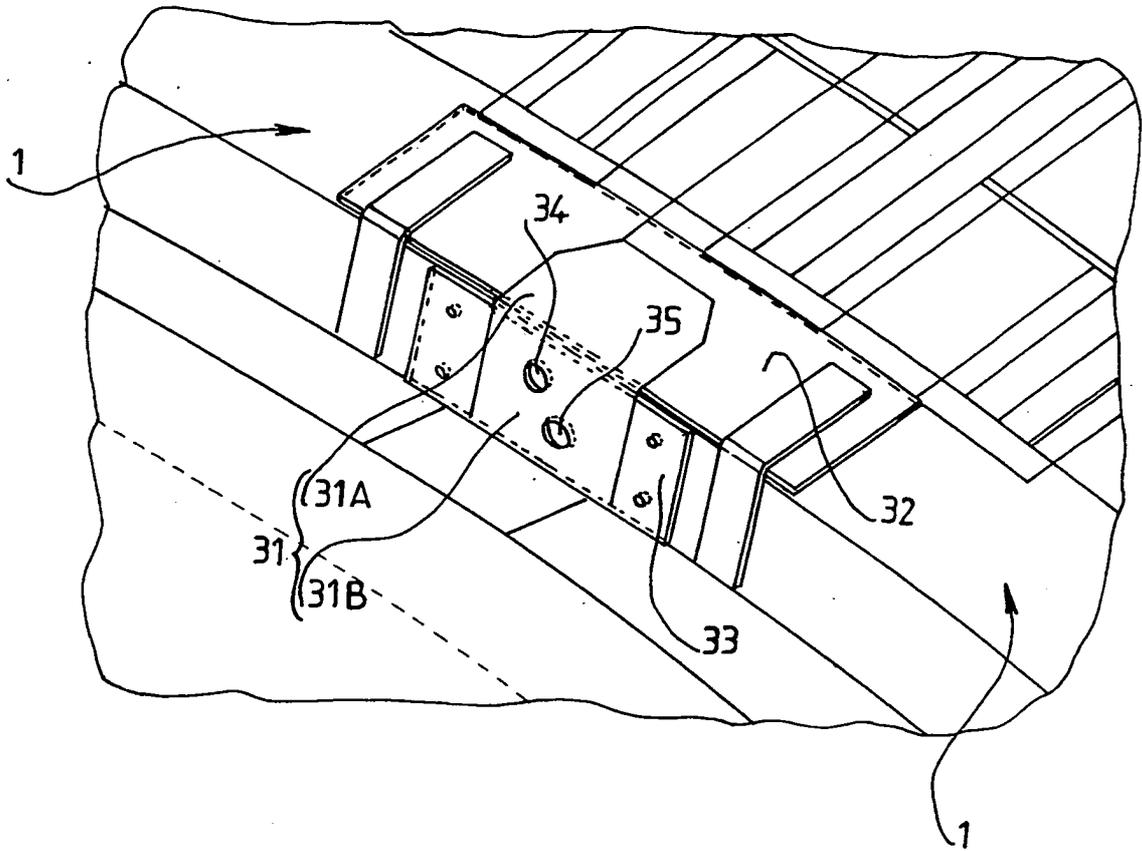


Fig. 12