

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 831**

51 Int. Cl.:
B29C 33/50 (2006.01)
B29C 33/38 (2006.01)
B29C 70/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08854713 .8**
96 Fecha de presentación: **21.11.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2219840**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.08.2010**

54 Título: **Procedimiento de realización de un macho de moldeo para la fabricación de una pieza compleja de material compuesto**

30 Prioridad:
30.11.2007 FR 0759453

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.11.2012

73 Titular/es:
**EUROPEAN AERONAUTIC DEFENCE AND
SPACE COMPANY EADS FRANCE (100.0%)
37, BOULEVARD DE MONTMORENCY
75016 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
CAVALIERE, FRÉDÉRIK

74 Agente/Representante:
MORGADES MANONELLES, Juan Antonio

ES 2 389 831 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 un macho de moldeo para la fabricación de una pieza compleja de material compuesto

5 La presente invención se refiere al sector de la fabricación de piezas de materiales compuestos.

Más particularmente, la presente invención se refiere a la realización de machos de moldeo utilizados para la fabricación de piezas de material compuesto, cuando las piezas comprenden volúmenes huecos para los que se emplean machos de moldeo en una etapa de la fabricación.

Los materiales compuestos que comprenden fibras que se mantienen en el interior de una matriz, se utilizan ampliamente hoy en día para la fabricación de piezas en diversos sectores industriales, en particular en el sector aeronáutico, comprendiendo las piezas estructurales, es decir, las piezas que deben soportar esfuerzos significativos de un orden de magnitud de su resistencia estructural durante su utilización.

Existen numerosos materiales compuestos, estando los más difundidos en el sector de las piezas destinadas a estructuras tales como las utilizadas en las construcciones aeronáuticas que están constituidas de fibras más o menos largas de materiales minerales u orgánicos (vidrio, carbono, aramida, etc.) contenidas en el interior de una matriz formada por una resina orgánica dura que, por lo menos en una etapa del procedimiento de fabricación de la pieza, es suficientemente fluida para permitir la realización de las formas de la pieza antes de endurecerse, por ejemplo, por polimerización.

Para asociar ligereza y rigidez, determinados elementos tales como los paneles estructurales de grandes dimensiones, como el panel 10 representado en la figura 1a, se realizan mediante una película 12 de un espesor relativamente escaso, cuya rigidez se refuerza mediante los rigidizadores 13a, 13b montados sobre una cara o sobre las dos caras de dicha película. Los rigidizadores pueden tener formas variadas, por ejemplo las formas denominadas en Ω de la figura 1a y de la figura 1c, o formas en Z, en U o en L, por ejemplo.

Las piezas estructurales de este tipo en material compuesto deben responder a las tolerancias de fabricación y a unas exigencias de calidad muy severas.

A menudo, estas piezas se realizan mediante moldes que garantizan mediante una utilización apropiada las cualidades pretendidas para la pieza en particular, las características dimensionales, la forma geométrica y la resistencia.

Una dificultad concreta encontrada durante la realización de ciertas formas de piezas, tales como el panel rigidizado 10 de la figura 1a, está ligada a la existencia de volúmenes huecos cerrados 13a, 13b, lo que precisa en general el empleo de elementos del molde que se encuentran más o menos atrapados en la pieza fabricada y que se deben extraer de la misma cuando la matriz del material compuesto de la pieza está endurecida.

La extracción de estos elementos de los moldes o machos debe realizarse evidentemente sin dañar la pieza, y resulta más o menos difícil cuando el macho se encuentra relativamente rodeado, incluso encerrado, en la pieza de material compuesto, como por ejemplo, los rigidizadores que presentan una sección en forma de Ω de la figura 1a.

En este caso y, salvo que los rigidizadores se realicen por separado de la película, y que se proceda a un montaje posterior, que es una solución menos satisfactoria desde el punto de vista industrial que una realización simultánea de los diferentes elementos del panel, el macho se debe extraer destruyéndolo o deformándolo, ya que muy a menudo la forma del panel, del rigidizador y del volumen hueco resultante presenta variaciones de forma y de sección que provocan que la extracción del macho entero sea muy difícil, como se representa en la figura 1b.

Cuando, debido a la forma del volumen hueco como el correspondiente a un rigidizador el macho presenta una forma muy alargada, resulta difícil conciliar a la vez la precisión dimensional del macho, precisión necesaria para la precisión de las dimensiones de la pieza realizada, y la rigidez del macho durante la fabricación de la pieza, rigidez que condiciona asimismo la precisión de la pieza realizada.

Los machos que se destruyen para extraerse de la pieza, en particular los machos fusibles, se pueden realizar con unas buenas tolerancias dimensionales pero adolecen del inconveniente de ser pesados y costosos de realizar, ser de una utilización única y presentar muy a menudo unos coeficientes de dilatación diferentes de los de los materiales compuestos utilizados generalmente, lo que hace que su utilización sea problemática en el caso de formas largas, particularmente para la realización de rigidizadores.

Los machos totalmente elastoméricos, en función de la sección del macho y de la dureza utilizada, o no presentan una estabilidad dimensional elevada y son susceptibles de deformarse durante la realización de la pieza de material compuesto, o no presentan estiramiento y, por consiguiente, una disminución de sección necesaria durante el desmoldeo, y se desmoldean con mucha dificultad con riesgo de daños a la pieza de material compuesto.

Una solución conocida, descrita en la solicitud de patente francesa publicada con el número 2898539, que conduce a resultados de buena calidad, consiste en realizar los machos mediante vejigas huecas en silicona.

5 Para realizar un macho, se realiza una vejiga de silicona con una pared relativamente delgada, lo más próxima posible a la forma pretendida del macho, en la práctica dentro de un molde para vejigas que presenta la forma del macho.

10 La vejiga hueca realizada de este modo se dispone en el interior de un molde con un macho rígido que presenta la forma pretendida para el macho del que adopta la forma por la propia fabricación.

15 A continuación se llena el interior hueco de la vejiga de bolas de cristal o de metal y, cuando la vejiga está llena de bolas, se crea una depresión en el interior de la vejiga lo que tiene como efecto provocar una compactación de las bolas que se encuentran bloqueadas entre sí sin una modificación significativa del volumen aparente de la vejiga.

A continuación se extrae la vejiga del molde del macho y se forma el macho de dimensiones estables correspondiente a las dimensiones del molde del macho, que ya se puede instalar.

20 Una vez realizada la pieza de material compuesto, se retiran las bolas de la vejiga por una abertura y la envoltura de la vejiga es suficientemente flexible y deformable para extraerse fácilmente de la pieza.

25 La ventaja de este procedimiento es la de poder formar machos alargados que presentan la rigidez necesaria durante la realización de la pieza compuesta y que son extraíbles sin dañar la pieza de material compuesto. La vejiga se puede reutilizar varias veces para fabricar machos idénticos en el marco de una producción de piezas de material compuesto de varias unidades.

30 Un inconveniente de este procedimiento tiene como origen la necesidad de realizar las vejigas mediante moldeo. En efecto, se ha comprobado por parte del inventor de la presente invención que actualmente solo la técnica de moldeo permite conseguir tolerancias del orden de décimas de milímetro en las dimensiones de la sección de las vejigas, precisión necesaria para la realización de piezas compuestas de calidad aeronáutica. Esta técnica de moldeo para las vejigas se convierte en un inconveniente importante en el marco de una fabricación de piezas compuestas a escala industrial con utilización de machos de una gran longitud. En efecto, la técnica de moldeo no está adaptada a la fabricación de vejigas de gran longitud debido al hecho del riesgo muy importante de la falta de estanqueidad de las vejigas, de no respetar la forma exterior de las vejigas y de una disminución de la resistencia a la tracción.

35 Los utillajes de moldeo de gran longitud necesitan dispositivos para mantener el entrehierro de moldeo creando orificios en las vejigas, unas vejigas que deberán repararse para realizar el taponamiento de dichos orificios. También pueden realizarse operaciones de empalme de los extremos de segmentos de vejiga a fin de obtener una vejiga de gran longitud. Los riesgos elevados de la falta de estanqueidad se deben a las operaciones de reparación de las vejigas y a las operaciones de montaje de los extremos.

40 Las operaciones de reparación y/o de montaje de las vejigas moldeadas, provocan defectos superficiales en los machos que son el origen de marcas en las piezas de material compuesto. Estas marcas en las piezas de material compuesto pueden provocar un índice de rechazos elevado de dichas piezas de material compuesto.

45 Las operaciones de reparación y/o de montaje de las vejigas moldeadas son asimismo fuente de reducciones locales de resistencia de las vejigas y aumentan el riesgo de desgarros de la vejiga durante la tracción de la vejiga en la operación de desmoldeo.

50 Por dichos motivos, las vejigas moldeadas de gran longitud no satisfacen las exigencias industriales tales como el coste de los machos, el respeto a las tolerancias de fabricación de los machos y de las piezas de material compuesto, o el índice de rechazos de las piezas compuestas.

55 Otra consecuencia, es la necesidad de realizar tantos modelos de vejigas y de moldes de vejiga como formas de machos a realizar.

Esta técnica de realización de machos resulta pues costosa y arriesgada para ponerla en práctica a nivel industrial. El documento US-A-5262121 describe un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1.

60 Con el fin de realizar machos de una gran longitud con el menor coste, que presenten menos riesgos técnicos y sean más prácticos de realizar para una fabricación industrial de piezas de material compuesto, la presente invención propone realizar los machos mediante vejigas alargadas cilíndricas, de sección transversal constante. La presente invención está definida por las características de la reivindicación 1.

65 Según un procedimiento de realización de un macho de moldeo para una pieza de material compuesto, teniendo el macho una cierta dimensión, la longitud L_n , grande frente a las demás dimensiones características, las anchuras I_n

5 y las alturas h_n de las secciones normales de dicho macho de moldeo, el macho se realiza mediante una vejiga de elastómero que determina un volumen interior lleno de un material granulado y sometido a una presión diferencial ΔP_e entre el volumen interior y un espacio exterior a la vejiga, una presión tal que el volumen interior se encuentre a una presión inferior a la del espacio exterior. Antes del llenado del volumen interior y antes de la aplicación de la presión diferencial ΔP_e , la vejiga se conforma por deformación en el interior de un molde para machos que comprende una huella vaciada con las formas y dimensiones del macho mediante una presión diferencial ΔP_g , establecida entre el volumen interior de la vejiga a una presión P_1 y el espacio exterior a una presión P_2 , inferior a P_1 . Esta vejiga elastomérica que, antes de someterse a la presión diferencial ΔP_g y a un llenado del volumen interior con el material granulado, es aproximadamente cilíndrica, de una longitud L_n y con un perímetro de una sección transversal normal aproximadamente constante, es siempre inferior a los perímetros de las secciones normales del macho.

15 La presión diferencial ΔP_g que se aplica durante el llenado del macho con el material granulado y que se interrumpe antes de la aplicación de la presión diferencial ΔP_e y del desmoldeo del macho, se obtiene ventajosamente, por lo menos en parte, aplicando un vacío parcial en un espacio situado entre el molde del macho y una superficie exterior a la vejiga y/o por un aumento de la presión en el volumen interior de la vejiga.

20 Para realizar una vejiga elastomérica para dicho macho de moldeo de una pieza de material compuesto y que determina un volumen interior de la vejiga destinado a llenarse con un material granulado, se proporciona a la vejiga una forma sustancialmente cilíndrica en una longitud L_n correspondiente a la longitud del macho de moldeo y de la cual una sección transversal de la longitud cilíndrica es siempre de un perímetro inferior a los perímetros de todas las secciones transversales del macho de moldeo.

25 Con el fin de poder aplicar de forma efectiva las presiones diferenciales previstas, la vejiga comprende unas partes terminales acopladas a los extremos de la longitud cilíndrica de la vejiga, unas partes terminales que son aptas para garantizar la estanqueidad del volumen interior de la vejiga.

30 Para llenar o vaciar la vejiga del material granulado, por lo menos una de las partes terminales comprende una abertura que permite llenar o extraer el material granulado del volumen interior.

35 Para poder hacer variar la presión diferencial entre el volumen interior de la vejiga y el exterior de la vejiga, al menos una de las partes terminales comprende medios de conexión a unos medios de aspiración o de generación de un gas a presión.

40 Ventajosamente, para realizar las vejigas de una longitud cualquiera sin limitaciones, la longitud cilíndrica de la vejiga se obtiene mediante un procedimiento de extrusión-pultrusión del elastómero, que en una forma de realización preferida es una silicona:

45 La presente invención está descrita haciendo referencia a los dibujos que representan:

Figura 1: ya citada, a título de ejemplo de un panel rigidizado que representa una pieza de material compuesto, en la figura 1a, en perspectiva, en la figura 1b en corte según una dirección paralela a la dirección longitudinal de un rigidizador y, en la figura 1c, en corte según una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de un rigidizador;

Figura 2: un ejemplo de macho mostrado en perspectiva y con una sección en el extremo;

Figura 3: un ejemplo de vejiga para macho.

50 La presente invención se refiere a un procedimiento de realización de un macho de moldeo.

55 Un macho de moldeo 1, representado en la figura 2, instalado durante la fabricación de una pieza 10 de material compuesto con el fin de realizar en dicha pieza un volumen hueco 14a, 14b de forma alargada, tal como un volumen cerrado de un rigidizador 13a, 13b de una película 12, comprende una vejiga 2 en elastómero llena de un material granulado 3.

La vejiga 2 comprende una superficie exterior 21 que delimita un volumen del macho 1 y una superficie interior 22 que delimita un volumen interior 23 de la vejiga.

60 El elastómero de la vejiga 2 es un material que presenta características de elasticidad, flexibilidad y resistencia a los ambientes químicos y térmicos encontrados en los procesos de fabricación de las piezas en materiales compuestos.

65 Por elasticidad hay que entender que el material que constituye la vejiga 2, puede, hasta un cierto punto, alargarse y volver a adoptar una dimensión característica anterior al alargamiento.

Por flexibilidad hay que entender que la vejiga 2, puede ser deformada hasta un cierto punto sin resultar dañada.

5 Por resistencia a los ambientes químicos y térmicos hay que entender que el material de la vejiga 2 no se degrada sustancialmente o, por lo menos con rapidez, con respecto a la utilización que se hace de la vejiga por las condiciones encontradas durante la fabricación de las piezas en materiales compuestos con fibras minerales u orgánicas (vidrio, carbono, aramida, etc.) mantenidas mediante una resina orgánica, en particular a las condiciones ligadas a la agresividad química de las resinas y a las operaciones de cocción térmica generalmente aplicadas para provocar el endurecimiento de la resina.

10 Dicho elastómero, es ventajosamente una silicona, un material que presenta las características pretendidas en la mayor parte de situaciones encontradas actualmente en la fabricación de los materiales compuestos considerados en el marco de la presente invención.

15 El macho de moldeo 1 comprende una longitud L_n grande frente a las dimensiones características de las secciones normales, por ejemplo, una anchura l_n y una altura h_n del macho.

20 Como en el ejemplo representado en la figura 2, lo más habitual es que el macho tenga una forma compleja. Por ejemplo, el macho comprende por lo menos, una curvatura general, curvaturas locales de la superficie 41, por ejemplo, curvaturas correspondientes a variaciones locales del grosor de la película 12, y secciones normales más o menos evolucionadas en dimensiones y en forma.

25 Estas características geométricas son necesarias para que un rigidizador 13a, 13b realizado utilizando el macho 1 considerado, presente todas las características deseadas y en particular esté perfectamente adecuado a la película 12 del panel 10 en el que se integra dicho rigidizador, pudiendo presentar dicho panel formas complejas tales como curvaturas múltiples y una película que comprenda una superficie de apoyo del rigidizador de forma no regular, tal como se representa en la figura 1b.

Para realizar el macho 1, la vejiga 2 representada en la figura 3, es una vejiga elastomérica, por ejemplo de silicona, que antes de conformarse para realizar el macho presenta una forma cilíndrica.

30 En la práctica, la vejiga presenta una sección normal constante con unas tolerancias de fabricación aproximadas y está formada de una sola pieza en toda su longitud mediante un procedimiento continuo de extrusión-pultrusión.

35 El procedimiento de extrusión-pultrusión es un procedimiento conocido, durante el que el material formado pasa a través de una hilera de una sección de salida predeterminada previamente y se aplica a elastómeros y en particular a la silicona como material extrudido.

40 Además, se escoge un perímetro exterior de una sección transversal normal de la vejiga correspondiente a la superficie exterior 21 de la vejiga 2, lo más igual posible, pero preferentemente ligeramente inferior al menor de los perímetros de las secciones normales del macho a realizar con dicha vejiga, y la forma de la sección constante de la vejiga se escoge para aproximarse dentro de lo posible a las formas de las secciones del macho a realizar.

45 Estas características de la vejiga extrudida se obtienen dando a la hilera de extrusión las formas y dimensiones deseadas teniendo en cuenta la dispersión de las dimensiones de la vejiga realizada por el procedimiento de extrusión-pultrusión.

50 De hecho, debido a un comportamiento difícil de dominar del material extrudido, el elastómero, a la salida de la hilera, las dimensiones de las secciones de la vejiga 2 presentan desviaciones considerables con respecto a las dimensiones teóricas, en la práctica, del orden de más o menos un milímetro, muy superior a las tolerancias deseadas para el macho 1.

55 Para realizar una vejiga 2, se obtiene una longitud útil L_n de vejiga de sección constante por extrusión-pultrusión, una longitud L_n teóricamente ilimitada y que consigue mediante este procedimiento sin dificultad valores cuyos órdenes de magnitud son por lo menos, dos veces superiores a los valores de las dimensiones l_n y h_n características de la sección de la vejiga, y está cerrada por sus extremos mediante las partes acopladas 4 y 5 que realizan la estanqueidad del volumen interior 23 de la vejiga.

Preferentemente, la longitud L_n , es por lo menos, igual a la longitud del volumen hueco 14a, 14b a realizar, por ejemplo, en el panel considerando la longitud de los rigidizadores 13a, 13b.

60 Una primera parte 4 acoplada a un primer extremo de la vejiga 2, comprende una abertura 42 cuya sección se ha escogido para permitir el llenado y la evacuación del material granulado 3 del volumen interior 23 de la vejiga.

65 La abertura 42 es asimismo apta para conectarse a unos medios de control (no representados) de la presión de un gas, ventajosamente aire, en la vejiga.

Dichos medios consisten sustancialmente en unos medios de aspiración o de insuflado del gas.

La segunda parte 5 acoplada al segundo extremo, opuesta al primer extremo, es un elemento de cierre de la vejiga.

5 Preferentemente, dicha segunda parte se acopla a una forma adaptada a la forma pretendida para el volumen del hueco de la pieza 10 a realizar.

10 Ventajosamente, dicha forma de la segunda parte 5 acoplada está definida además para facilitar la extracción de la vejiga 2 cuando se ha realizado la pieza de material compuesto 10, por ejemplo una forma de tronco de cono o en bisel.

En una forma de realización, no representada, cada extremo comprende una abertura y está conformado para hacer frente a las exigencias de la pieza a realizar.

15 Por ejemplo, un extremo de la vejiga comprende una abertura adaptada al llenado y a la evacuación del material granulado y el otro extremo de la vejiga comprende una abertura adaptada a la conexión de los medios de control de la presión del gas en la vejiga.

20 Una descripción del procedimiento de puesta en práctica de la vejiga 2 para realizar el macho 1 permite comprender mejor las ventajas de las características de la vejiga.

En una primera etapa, para realizar el macho 1, se dispone la vejiga 2 en un molde rígido cerrado en el que una huella en hueco corresponde a la forma y a las dimensiones del macho 1 a realizar.

25 De un modo conocido, el molde está formado por un conjunto de elementos a fin de facilitar la extracción del macho 1 una vez realizado dicho macho.

30 Debido a las características dimensionales de la vejiga 2, cuyo perímetro es siempre, antes de sufrir las deformaciones, inferior a los perímetros de las diferentes secciones del macho 1, dicha vejiga elastomérica puede disponerse en la huella del molde sin que sea necesario crear una compresión de las paredes de la vejiga.

En una segunda etapa, se introduce una presión diferencial entre el volumen interior 23 de la vejiga 2, por una parte a una presión interior **P1** y un volumen exterior a la vejiga, volumen que está además determinado por la superficie exterior 21 de la vejiga 2 y la superficie de la huella del molde, a la presión exterior **P2**.

35 Durante esta segunda etapa, se mantiene la presión **P1** superior a la presión **P2**, y se establece y se mantiene el valor de la presión diferencial $\Delta P_g = P_1 - P_2$ a un valor suficiente para que la superficie exterior de la vejiga 2 se deforme y se adhiera a la superficie de la huella del molde, de tal modo que la vejiga presente exactamente la forma de la huella del molde y, por lo tanto, del macho 1.

40 Este resultado se consigue gracias a la elasticidad de las paredes de la vejiga elastomérica 2 cuando la presión diferencial ΔP_g alcanza un valor apto, teniendo en cuenta las características de la vejiga, especialmente sus dimensiones y el grosor de la pared.

45 La presión diferencial ΔP_g se obtiene aumentando la presión **P1** en el interior de la vejiga, hinchando la vejiga, o disminuyendo la presión **P2** en el molde, poniendo en vacío parcial el molde o combinando estos dos métodos, realizándose la operación de un modo práctico en un taller a la presión atmosférica.

50 En una tercera etapa, manteniéndose la presión diferencial ΔP_g , se llena el volumen interior 23 de la vejiga por la abertura 42 con el material granulado 3, por ejemplo, bolas rígidas tales como bolas metálicas o bolas de vidrio de borosilicato, de dimensiones suficientemente reducidas para llenar sin dificultades dicho volumen interior de la vejiga.

55 En el caso actual de un macho 1 de gran longitud, se utilizará preferentemente como material granulado 3 un material cuyo coeficiente de dilatación sea próximo al del material compuesto de la pieza 10 a realizar, a fin de evitar introducir durante el proceso de fabricación de la pieza, tensiones que tendrían como origen las diferencias de dilatación entre el material compuesto de la pieza por una parte y, por otra parte, el macho cuya longitud favorece el alargamiento bajo el efecto de los cambios de temperatura durante el proceso de fabricación.

60 En una cuarta etapa, cuando el volumen interior 23 de la vejiga 2 está lleno del material granulado 3, se libera la presión diferencial ΔP_g , es decir, las presiones **P1** y **P2** son llevadas a valores cercanos y se crea una nueva presión diferencial ΔP_e entre el volumen interior 23 y el espacio exterior a la vejiga y cuyo signo es inverso con relación a ΔP_g , es decir, que el volumen interior de la vejiga está a una presión **P'1** inferior a la presión **P'2** del espacio exterior.

65 Esta presión diferencial $\Delta P_e = P'1 - P'2$ que provoca las fuerzas de aplastamiento de la vejiga 2, tiene como efecto provocar un compactado del material granulado 3, un compactado que tiene como efecto en sí mismo debido a la

naturaleza y al llenado de dicho material, la estabilización de la forma del macho 1 sin modificar sustancialmente el volumen.

5 Ventajosamente, para crear la presión diferencial ΔP_e , el volumen interior 23 de la vejiga 2 se sometido a un vacío parcial cuando la presión exterior es la presión atmosférica.

En una quinta etapa, cuando se mantiene la presión diferencial ΔP_e , el macho 1 formado se extrae del molde del macho, dispuesto para utilizarse en la realización de la pieza de material compuesto 10.

10 Cuando la pieza de material compuesto 10 ha quedado endurecida, se evacua el material granulado 3 del interior de la vejiga, por lo menos en parte, por la abertura 42 prevista a este efecto, y la vejiga 2 cuya envoltura elastomérica ha perdido su rigidez y su estabilidad dimensional, está todavía en el interior de la pieza, y se puede extraer sin dificultad por tracción por uno de sus extremos debido a su relativa flexibilidad.

15 Gracias al procedimiento de preparación del macho de gran longitud 1 a partir de la vejiga 2 sustancialmente cilíndrica elastomérica, es posible utilizar vejigas realizadas por extrusión-pultrusión con las tolerancias de fabricación de la vejiga, con las dimensiones características de las secciones, compatibles con el procedimiento de extrusión-pultrusión aplicado al material en elastómero de la vejiga, en particular de silicona.

20 La longitud L_n de la vejiga, en teoría, no está limitada, y no precisa técnicas de conexión de elementos para aumentar la longitud de la vejiga, unas conexiones que son fuente de defectos de moldeo y por consiguiente, fuentes de marcas en la pieza final de material compuesto, y riesgos de desgarros de la vejiga durante el desmoldeo de los machos.

25 Gracias a este procedimiento, es posible igualmente realizar machos con forma, en particular con curvaturas y con leyes de variaciones de secciones normales, diferentes a partir de la misma vejiga o de un mismo modelo de vejiga, lo que simplifica notablemente el proceso industrial de fabricación de los machos y de la gestión de las vejigas.

30 Es posible asimismo fabricar vejigas para la realización de machos de gran longitud adaptados a la realización de paneles de material compuesto que comprenden volúmenes huecos muy alargados, tales como los volúmenes encerrados por los rigidizadores, de forma económica, con una puesta en práctica simplificada con respecto a las vejigas de la técnica anterior y disminuyendo de manera importante los riesgos industriales tales como los defectos de forma, las marcas en las piezas de material compuesto y el desgarrar de las vejigas al desmoldear los machos.

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

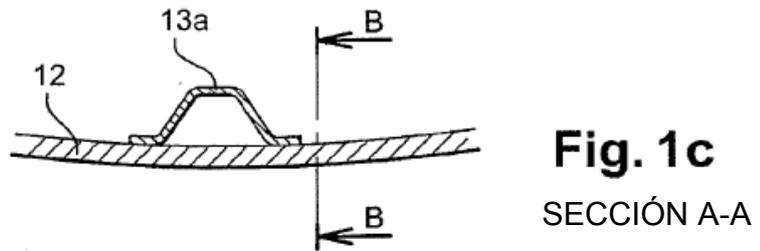
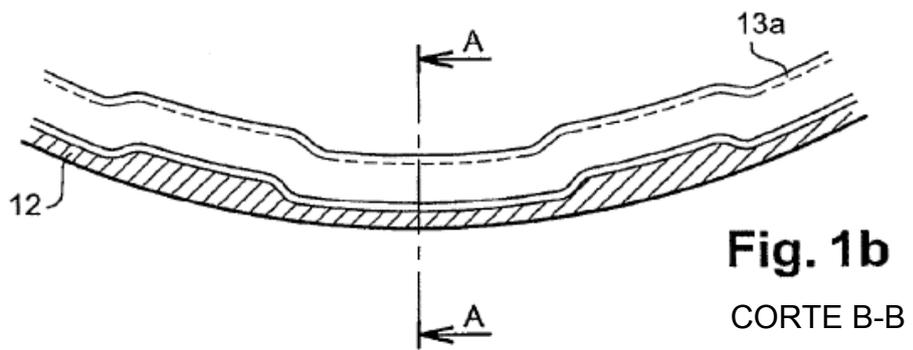
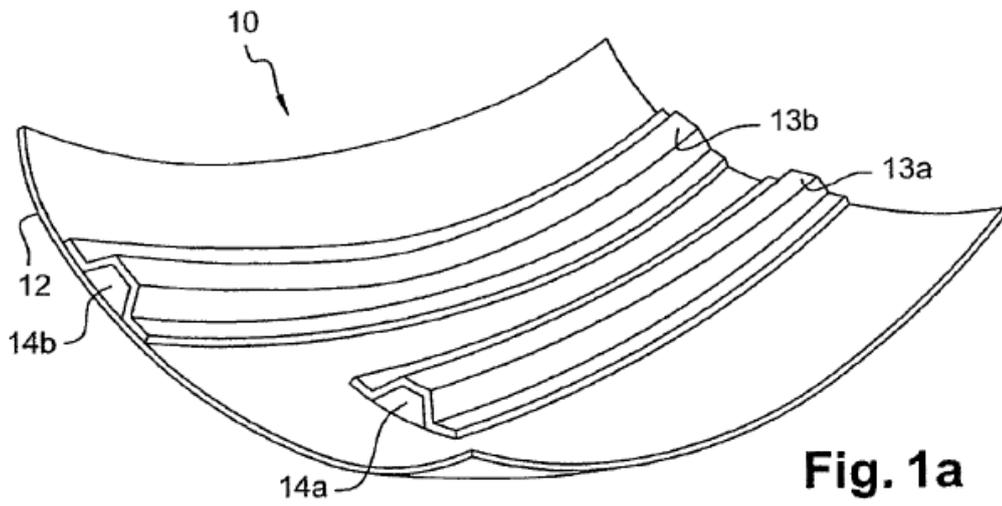
5 *La presente lista de referencias citadas por el solicitante se presenta únicamente para la comodidad del lector y no forma parte del documento de patente europea. Aunque la recopilación de las referencias se ha realizado muy cuidadosamente, no se pueden descartar errores u omisiones y la Oficina Europea de Patentes declina toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de las patentes citadas en la descripción

- 10 • FR 2898539 [0014] • US 5262121 A [0027]

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de realización de un macho (1) de moldeo para la fabricación de piezas (10) de material compuesto, que comprende volúmenes huecos, mediante una vejiga (2) elastomérica que determina un volumen interior (23) lleno de un material granulado (3) y sometido a una presión diferencial ΔP_e , entre el volumen interior (23) y un espacio exterior a dicha vejiga, tal que el volumen interior (23) se encuentra a una presión inferior a la del espacio exterior, comprendiendo dicho procedimiento una etapa de llenado del volumen interior (23) mediante el material granulado (3) y anterior a una etapa de aplicación de la presión diferencial ΔP_e , una etapa de conformación del macho (1) dentro de un molde para el macho, comprendiendo dicho molde para el macho una huella en hueco con las formas y dimensiones del macho, por deformación de la vejiga (2) mediante una presión diferencial ΔP_g , entre el volumen interior (23) de dicha vejiga a una presión P_1 y el espacio exterior a una presión P_2 inferior a P_1 , **caracterizado porque:**
- 10
- 15 - antes de conformarse en el molde para machos, la vejiga (2) elastomérica es cilíndrica, con tolerancias de fabricación aproximadas, y de una longitud L_n de varios órdenes de magnitud superior a las anchuras I_n y a las alturas h_n de las secciones normales del macho de moldeo (1);
- 20 - antes de conformarse en el molde para machos, el perímetro de la vejiga (2) elastomérica, constante según la longitud L_n , con tolerancias de fabricación aproximadas, es inferior al menor de los perímetros de las secciones del macho (1);
- 25 - la presión diferencial ΔP_g es aplicada a la vejiga (2) en elastómero de manera que la superficie exterior (21) de dicha vejiga es deformada para reproducir las curvaturas locales (41) del macho (1).
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que presión diferencial ΔP_g se obtiene, por lo menos en parte, por una puesta al vacío parcial de un espacio situado entre el molde para machos y una superficie exterior (21) de la vejiga (2).
- 30 3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que presión diferencial ΔP_g se obtiene, por lo menos en parte, por un aumento de la presión en el volumen interior (23) de la vejiga (2).
- 35 4. Procedimiento de realización de un macho, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la longitud L_n cilíndrica de la vejiga (2) se obtiene mediante un procedimiento de extrusión-pultrusión del elastómero.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que el elastómero de la vejiga (2) es una silicona.



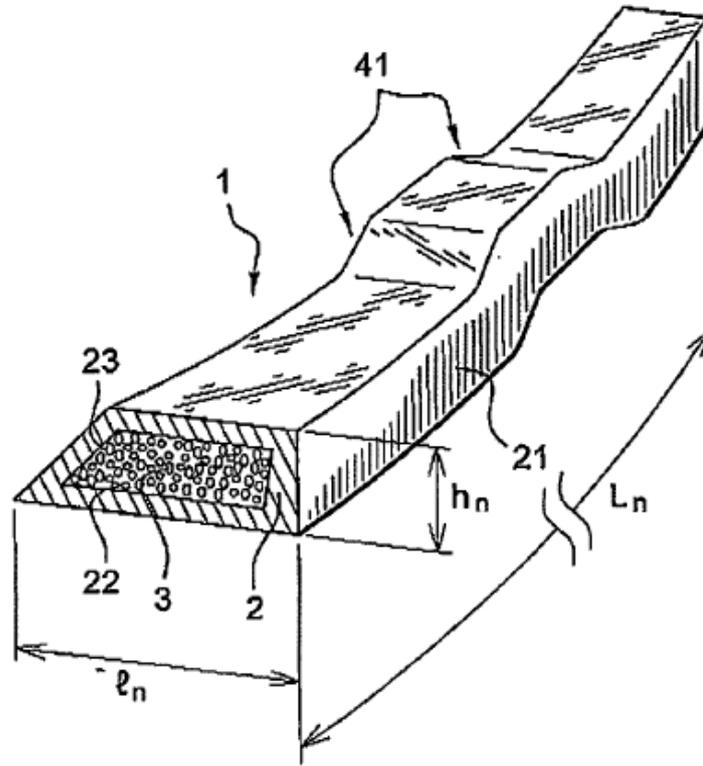


Fig. 2

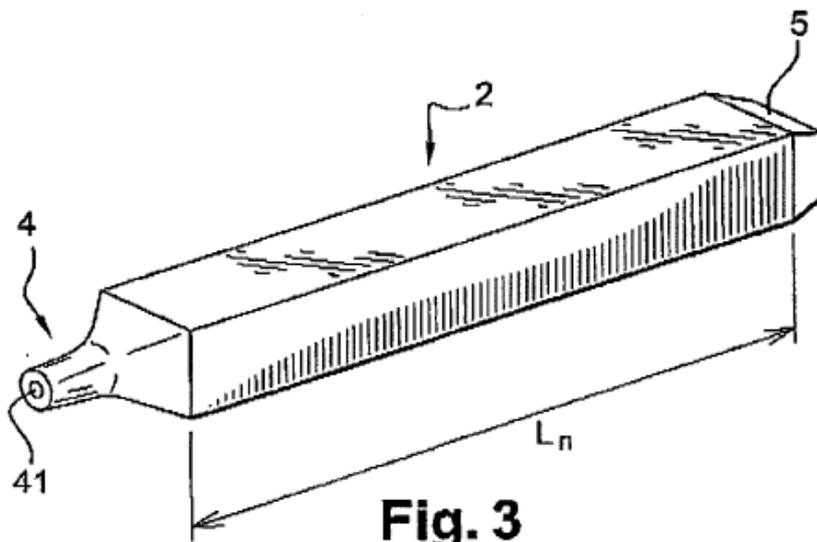


Fig. 3