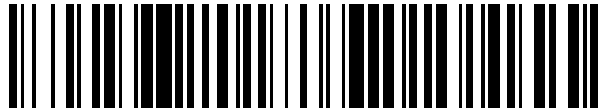


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 409**

51 Int. Cl.:

B29C 70/46 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

B29C 33/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2010 E 10704349 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2015 EP 2396164**

54 Título: **Método para producir piezas de plásticos reforzados con fibra**

30 Prioridad:

12.02.2009 US 151985 P

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

30.06.2015

73 Titular/es:

**KRINGLAN COMPOSITES AG (100.0%)
Libernstrasse 24
8112 Otelfingen, CH**

72 Inventor/es:

**PINI, NICCOLÒ;
BECK, SEBASTIAN;
BRAUN, CHRISTIAN y
EHRLER, BRUNO**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 539 409 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

Método para producir piezas de plásticos reforzados con fibra.

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a la fabricación de piezas hechas de plásticos reforzados con fibra. Se refiere a métodos y aparatos de acuerdo con las cláusulas abiertas de las reivindicaciones. La invención se puede aplicar al campo de la fabricación de llantas o
 10 ruedas para vehículos, o al campo de la producción de aeronaves en la producción de largueros usados para el refuerzo del fuselaje. En la industria eléctrica, la invención se puede aplicar a la producción de aislantes reforzados con fibra de vidrio a partir de materiales preimpregnados con fibra de vidrio termoplásticos.

15 **Antecedentes de la invención**

La industria de la automoción produce una demanda continua de piezas muy ligeras y piezas que tienen un buen comportamiento de fractura combinado con una elevada rigidez y resistencia. Esto se aplica, por ejemplo, a ruedas y llantas. Se conocen en la
 20 técnica varias formas de fabricar llantas o partes de las mismas.

El documento de Patente DE 101 45 630 A1 desvela una rueda hecha de plástico reforzado con fibra donde la parte principal de las hebras de fibra está orientada en dirección circunferencial en la llanta y en dirección radial en los radios de la rueda. Esto
 25 se consigue, por ejemplo, mediante el enrollado de fibras sin fin unidireccionales. Esto hace difícil aplicar el método de producción al campo industrial, en particular en el caso de geometrías de pieza complejas.

En el documento de Patente DE 43 35 062 A1, se propone un método para la producción de perfiles termoplásticos reforzados con fibra curvados. Las fibras preimpregnadas termoplásticas (denominadas habitualmente "materiales preimpregnados" termoplásticos) se calientan mientras se exponen a presión en una herramienta de conformación. El perfil del material preimpregnado conformado de ese modo se enfría después del proceso de conformado. Posteriormente, el perfil de material preimpregnado se presiona de forma
 30 deslizante a través de una ranura entre dos piezas mecanizadas básicamente fijas. De este modo, se ejerce de nuevo una presión sobre el perfil de material preimpregnado, en concreto a la presión resultante de la interacción deslizante con las piezas mecanizadas. De ese modo, el perfil adopta básicamente la sección transversal de la ranura entre las piezas mecanizadas fijas y la curvatura de las piezas mecanizadas curvadas. La
 35 desventaja de este método es que el perfil termoplástico se trata mientras se mueve. Las capas de los materiales preimpregnados pueden resbalar o doblarse o desplazarse durante el tratamiento, comprometiendo de ese modo el producto final. Además, al aplicar este método, es difícil mantener las temperaturas y las presiones aproximadamente constantes. Además, no se pueden fabricar piezas de ciertas formas tales como piezas
 40 similares a un anillo mediante este método.

En el documento de Patente EP 842 757 B1, se desvela un método para producir un componente preformado (preforma) de un material compuesto. Se usa un montaje previo fibroso, en concreto un tejido que tiene fibras con orientaciones definidas. La malla
 50 deformable del tejido se coloca sobre una matriz de preformación o soporte y a

continuación se enrolla alrededor de este soporte hasta una profundidad de varias capas.

5 Este enrollado es fijo en el diámetro mayor del soporte, de modo que las fibras están orientadas de una forma prescrita. La preforma obtenida de ese modo puede tener una forma similar a un anillo. La preforma se coloca en un molde y, a continuación, se puede transferir una resina a la preforma al vacío y/o con transferencia de presión y, finalmente, la resina se puede reticular a una temperatura adecuada. Se espera que la inyección de una resina termoplástica sea imposible o al menos muy problemática debido a la alta viscosidad de los materiales termoplásticos.

10 El documento de Patente GB 2 010 155 A desvela un método de fabricación de llantas de ruedas metálicas continuas. La sección transversal deseada de la llanta se imprime sobre una pieza básica con forma de anillo de metal mediante dos montes circulares perfilados. Este método no es fácilmente aplicable a material compuesto de fibra dado que los mecanismos de conformado que se producen en metales no se producen en materiales que contienen fibras.

20 En el documento de Patente WO 2008 040405 A1, se describe un proceso para producir estructuras continuas con forma de anillo hechas de materiales compuestos termoplásticos. Este proceso bastante sencillo se basa en insertar una preforma anular hecha de varias capas de material preimpregnado compuesto termoplástico entre un molde interno y externo con forma de anillo. Al menos uno de los dos moldes mencionados gira de modo que ejerce localmente una presión en una pieza de la preforma, donde la preforma se calienta hasta una temperatura de proceso al menos en la región donde se aplica la presión. Aparentemente, se producen problemas cuando se trata de automatizar este proceso dinámico. Además, es bastante difícil mantener una distribución de temperatura de proceso constante mientras se aplica una presión apropiada con el fin de evitar efectos de deslizamiento o superposición de las capas del material preimpregnado de la preforma. Incluso con parámetros de proceso optimizados tales como temperatura y presión, es difícil o imposible asegurar la repetitividad y la calidad requeridas para aplicaciones a escala industrial, dado que la aplicación constante de estos parámetros a lo largo del proceso es aparentemente imposible de conseguir en la producción industrial.

35 En el documento de Patente US 2006/0113708, se describe un método para moldear una banda de rodadura de caucho vulcanizado con un diámetro aproximado de 1,3 m - 3,7 m para grandes vehículos de movimiento de tierras. Los segmentos del molde líder y seguidor se nivelan hacia el exterior mediante un anillo de actuación para comprimir la banda de rodadura contra los segmentos externos que rota sobre sí misma hacia el interior por medio del anillo de actuación. A continuación, la banda de rodadura se cura en el molde. Esta disposición no parece ser adecuada para componentes a escala más pequeña, ni para procesar plásticos reforzados.

45 El documento de Patente DE 42 34 002 desvela un método y un dispositivo para producir perfiles en U abiertos reforzados con fibra ejerciendo presión sobre un soporte con forma de cuña entre un par de segmentos de modo que los fuerza hacia arriba y hacia el exterior y comprime de ese modo una preforma contra un molde externo. La geometría del dispositivo de conformación es tal que parece solo adecuado para producir perfiles en U con una longitud perpendicular relativamente elevada con respecto al plano de la U.

50

Compendio de la invención

- 5 Un objetivo de la invención es crear un método para fabricar piezas que no muestren las desventajas o problemas mencionados anteriormente. Otro objetivo de invención es proporcionar la posibilidad de producir piezas, en particular piezas ligeras con propiedades mecánicas superiores, en particular piezas que tengan un buen comportamiento de fractura y/o una elevada rigidez y/o una elevada resistencia.
- 10 Un objetivo de la invención es proporcionar la posibilidad de producir piezas de plásticos reforzados.
- 15 Otro objetivo de la invención es proporcionar la posibilidad de proporcionar grandes ventanas de proceso cuando se producen piezas, en particular piezas de plásticos reforzados, más particularmente piezas de termoplásticos reforzados.
- Otro objetivo de la invención es proporcionar la posibilidad de producir piezas que muestran un comportamiento particularmente seguro en caso de ruptura brusca.
- 20 Otro objetivo de la invención es proporcionar la posibilidad de producir piezas que muestran un comportamiento de fallo mejorado.
- Otro objetivo de invención es proporcionar la posibilidad de proporcionar un ciclo de tiempo mejorado para producir piezas.
- 25 Otro objetivo de la invención es proporcionar la posibilidad de producir piezas que tienen formas o geometrías especiales, en particular formas similares a la anular o a un anillo o formas similares.
- 30 Otro objetivo de la invención es proporcionar la posibilidad de producir piezas continuas, en particular piezas continuas con una forma similar a un anillo.
- Otro objetivo de la invención es proporcionar la posibilidad de producir piezas que tienen propiedades de aislamiento mejoradas, en particular aislamiento térmico y/o eléctrico, y/o piezas que muestran una inercia o resistencia química mejorada. Otro objetivo de invención es proporcionar la posibilidad de producir piezas con mayor facilidad, en particular piezas hechas básicamente de plásticos reforzados.
- 35 Otro objetivo de la invención es proporcionar la posibilidad mejorada de producir piezas hechas básicamente de termoplástico reforzado, en particular termo plástico reforzado con fibra de vidrio o termoplástico reforzado con fibra de carbono.
- 40 Un objetivo la invención es proporcionar la posibilidad mejorada de producir llantas o ruedas o partes de las mismas.
- 45 Otro objetivo de la invención es proporcionar la posibilidad mejorada de producir aislantes, en particular aislantes reforzados.
- Un objetivo de la invención es proporcionar la posibilidad mejorada de producir largueros para su uso en aeronaves como elementos de refuerzo del fuselaje.
- 50 Otros objetivos surgen de la descripción y realizaciones posteriores.

Al menos uno de estos objetivos se consigue al menos parcialmente mediante los aparatos y los métodos de acuerdo con las reivindicaciones de la patente.

5 El método para fabricar piezas de acuerdo con la reivindicación 1 comprende las etapas de

a) proporcionar un material;

10 b) proporcionar una primera herramienta que comprende al menos un conjunto que comprende al menos un segmento;

15 c) proporcionar una segunda herramienta que comprende al menos un primer y al menos un segundo conjunto de al menos un segmento cada uno, formando dichos segmentos, cuando se disponen próximos entre sí de una forma redefinida, denominada posición cerrada, una segunda superficie de herramienta que describe la forma de una parte de una superficie de dicha pieza a fabricar;

20 d) mover el al menos un segmento de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta a dicha posición cerrada;

e) mover el al menos un segmento de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta hacia y a dicha posición cerrada;

25 f) comprimir entre al menos dicha primera y segunda herramientas al menos una parte de dicho material, en particular al menos básicamente la totalidad de dicho material, aplicando presión al menos a una de dichas primera y segunda herramientas;

30 donde dichos segmentos de dicha segunda herramienta se mueven de modo que continuamente durante el movimiento del al menos un segmento de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta hacia la posición cerrada, una distancia de recorrido momentánea hasta dicha posición cerrada para el al menos un segmento de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta excede de una distancia de recorrido momentánea hasta dicha posición cerrada para el al menos un segmento de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta.

35 Dichas primera y segunda herramientas también se pueden considerar y, por lo tanto, se pueden denominar primera y segunda herramientas de presión o primer y segundo moldes. El método es un método para fabricar piezas de plásticos reforzados con fibra, en particular de termoplásticos reforzados con fibra.

40 En una realización que se puede combinar con la realización tratada anteriormente, dicho método es un método para producir industrialmente dichas piezas.

45 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dicho material comprende una resina, y dicha compresión se lleva a cabo para estimular la reticulación de la resina.

50 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dichas piezas son productos acabados o productos intermedios que se someten a una o más etapas de fabricación de acabado.

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dicho método es un método para fabricar piezas continuas.

5 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, los segmentos se mueven a lo largo de un camino o ruta predefinidos.

10 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dichos segmentos de dichas primera y segunda herramientas, cuando se disponen en una forma predefinida, denominada posición cerrada, forman una superficie de herramienta que describe la forma de una parte de una superficie de dicha pieza a fabricar; en particular, donde dichos segmentos de dichas primera y segunda herramientas, cuando se disponen en una forma predefinida, denominada posición cerrada, forman una superficie de herramienta que describe básicamente la forma de la superficie completa de dicha pieza a fabricar.

15 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, la etapa f) se lleva a cabo para conformar dicho material (o una parte del mismo) en una forma deseada; la presión aplicada al material también se denomina presión de conformación.

20 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, la presión aplicada mencionada en la etapa f) hace que se muevan relativamente entre sí al menos los segmentos de dicha primera herramienta con respecto a los segmentos de dicha segunda herramienta.

25 De hecho, en algunas realizaciones se pueden distinguir dos fases durante la compresión de la etapa f): una compresión del material antes de que se alcance la posición cerrada de todas las herramientas; en esta fase, se mueven al menos los segmentos de dicho segundo conjunto; esta fase puede ser útil para la retirada de los gases del material (por lo general aire) del interior del material. Y una compresión mientras los segmentos del primer conjunto y los segmentos del segundo conjunto de la segunda herramienta ya están en la posición cerrada; durante esta fase, no existe ningún movimiento relativo de ninguno de los segmentos de dicho primer conjunto con respecto a los segmentos del segundo conjunto.

35 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, en la etapa d) el al menos un segmento de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta se mueve desde una posición inicial hacia y a dicha posición cerrada.

40 En una realización que se puede combinar con la realización tratada anteriormente, al menos uno de dichos segmentos de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta se dispone, cuando dicha segunda herramienta está en dicha posición cerrada, entre más de un segmento contiguo de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta, y una abertura entre dichos más de un segmento contiguo de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta es, desde dicha posición inicial hasta una posición intermedia alcanzada por el primer conjunto antes de alcanzar dicha posición cerrada, demasiado pequeña para dicho al menos uno de dichos segmentos de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta para penetrar en su camino hacia dicha posición cerrada.

50

5 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, la dirección de la presión aplicada a un segmento de dicha segunda herramienta coincide al menos básicamente con la dirección del movimiento del segmento respectivo mencionado en la etapa d) y e), respectivamente, al menos cuando está cerca de dicha posición cerrada. En particular, donde dicho movimiento mencionado en la etapa d) y e), respectivamente, se consigue al menos básicamente a lo largo de una línea recta, y donde dicha dirección de presión coincide al menos básicamente con la dirección respectiva del movimiento.

10 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dichas piezas son predominantemente, en particular básicamente, piezas reforzadas con fibra continua (y dicho material comprende por lo tanto plásticos reforzados con fibra continua). Las piezas reforzadas con tales fibras básicamente ininterrumpidas tienen propiedades extraordinarias.

15 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dichas piezas comprenden fibras que son predominantemente, en particular básicamente, fibras orientadas (y dicho material comprende por lo tanto fibras orientadas). Las piezas reforzadas de tal manera tienen propiedades extraordinarias. La
20 orientación de las fibras se selecciona de acuerdo con las propiedades deseadas de la pieza a fabricar. Por ejemplo, se pueden llevar a cabo cálculos/simulaciones para descubrir la orientación óptima de la fibra. Habitualmente, en el material están comprendidas varias capas, una o más de las cuales tendrán una orientación de fibra igual y una o más de las cuales tendrán una orientación de fibra diferente.

25 Dichas piezas son llantas o ruedas o partes de las mismas, aislantes, en particular aislantes reforzados, en particular aislantes con forma básicamente cilíndrica, o larguerillos usados en aeronaves como elementos de refuerzo del fuselaje.

30 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta se pone en contacto con dicho material antes de que dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta se ponga en contacto con dicho material. En particular, se aplica presión a dicho material mediante dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta solo después de que se
35 haya aplicado presión a dicho material mediante dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta. Y, más particularmente, dichos primer y segundo conjuntos de dicha segunda herramienta se estructuran y se disponen y se mueven de modo tal que cuando se aplica presión a dicho material mediante dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta, también se aplica presión a dicho material mediante dicho primer conjunto
40 de dicha segunda herramienta.

45 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dicha primera herramienta es una herramienta externa y dicho segundo conjunto es una herramienta interna, o viceversa, en particular en donde la herramienta interna se localiza, durante dichas etapas de movimiento, generalmente en el interior de una forma descrita generalmente por dicha herramienta externa.

Habitualmente, dicha primera herramienta, más particularmente sus segmentos, se
50 mantienen en posición durante los movimientos de los conjuntos de la segunda herramienta. Esto se puede conseguir aplicando las fuerzas correspondientes a los segmentos de dicha primera herramienta y/o fijando los segmentos de la primera

herramienta entre sí. Es particularmente interesante en el caso en que la primera herramienta es la herramienta externa y la segunda herramienta es la herramienta interna. En este caso, las fibras, en particular las fibras continuas comprendidas en el material, se estiran, al menos en su mayor parte, durante la acción de compresión descrita, lo que conduce habitualmente a propiedades de material particularmente ventajosas.

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, al menos uno de (en particular cada uno de) dichos conjuntos de segmentos comprende al menos dos, en particular al menos tres, más particularmente al menos cuatro segmentos.

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, el método comprende mover todos los segmentos de uno de dichos conjuntos (sea un conjunto de dicha primera herramienta o un conjunto de dicha segunda herramienta) al menos básicamente de forma simultánea durante dicha compresión, en particular donde esto se aplica a cada uno de los conjuntos de una herramienta interna o a cada uno de los conjuntos. En particular donde para dicho movimiento de todos los segmentos de dicho uno de dichos conjuntos está impulsado por uno y la misma impulsión.

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, el método comprende mover todos los segmentos de uno de dichos conjuntos (sea un conjunto de dicha primera herramienta o un conjunto de dicha segunda herramienta) con básicamente la misma velocidad durante dicha compresión, en particular donde esto se aplica a cada uno de los conjuntos de una herramienta interna o a cada uno de los conjuntos.

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dicho material se proporciona, en particular insertado entre dichas primera y segunda herramientas, básicamente en forma de hojas delgadas o láminas o tiras.

Dicho material así como dicha pieza comprenden o están hechos al menos básicamente de plásticos reforzados con fibras.

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dicho material insertado entre dichas primera y segunda herramientas comprende un termoplástico. Los termoplásticos permiten una producción más rápida (tiempo de ciclo de producción más corto), tienen una elevada resistencia a la fractura y una buena reciclabilidad y algunos muestran una elevada resistencia a la temperatura.

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dicho material es básicamente una preforma como un material preimpregnado.

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dicho material se inserta manualmente entre dicha primera y dicha segunda herramientas.

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente excepto por la realización mencionada anteriormente, dicho material se

inserta automáticamente entre dicha primera y dicha segunda herramientas, en particular mediante un robot.

5 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, el método comprende calentar dicho material antes de dicha compresión, y en particular después de insertar el material entre dicha primera y dicha segunda herramientas. Para termoplásticos, el calentamiento es importante, mientras que en el caso de termoestables y elastómeros, puede ser posible prescindir del calentamiento.

10 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, el método comprende calentar dicho material durante dicha compresión.

15 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, el método comprende monitorizar, en particular controlar la temperatura de dicho material, en particular antes y/o durante dicha compresión.

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dichas piezas comprenden una parte que describe

20 - una forma básicamente cerrada; o

- una forma casi cerrada; o

25 - una forma abierta que tiene una cara interna generalmente o al menos parcialmente cóncava y una cara externa generalmente o al menos parcialmente convexa;

o por donde dichas piezas describen básicamente

30 - una forma básicamente cerrada; o

- una forma casi cerrada; o

35 - una forma abierta que tiene una cara interna generalmente o al menos parcialmente cóncava y una cara externa generalmente o al menos parcialmente convexa.

40 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dichas piezas comprenden una parte que tiene una estructura con forma básicamente de anillo o similar a un anillo, o donde dichas partes tienen básicamente una estructura con forma de anillo o similar a un anillo.

Tales tipos de piezas son difíciles de producir de otro modo, en particular cuando el material es básicamente termoplástico reforzado, en particular termoplástico reforzado con fibras, en particular reforzado con fibras continuas.

45 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dichas piezas comprenden una parte que tiene una forma básicamente anular, o donde dichas piezas tienen básicamente una forma anular.

50 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, durante dicha compresión de dicho material, el área de dicho material que está en contacto con dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta es mayor que,

en particular en al menos dos veces, más particularmente al menos tres veces tan grande como, el área de dicho material que está en contacto con dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta.

5 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dichas primera y segunda herramientas son herramientas cuya forma determina la forma de dichas partes, en particular donde la forma de dichas primera y segunda herramientas son herramientas que describe, cuando se disponen de una forma predefinida denominada posición cerrada, una forma que corresponde a la forma de la pieza a producir.
10

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, las herramientas forman, cuando se disponen en una forma predefinida, una cavidad que corresponde al menos básicamente a la forma de dicha pieza a fabricar.
15

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, para dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta y/o para dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta, los segmentos del respectivo conjunto se mueven de modo que la presión ejercida sobre dicho material a comprimir por uno de los segmentos de dicho conjunto respectivo es al menos aproximadamente la misma para cada uno de dichos segmentos.
20

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, al menos uno de dichos segmentos de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta se estrecha en la dirección del movimiento de dicho segmento. En particular, cada uno de dichos segmentos de dicho segundo conjunto de dicha primera herramienta se estrecha en la dirección del movimiento del segmento respectivo.
25

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, al menos uno de dichos segmentos de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta se conforma de modo que cuando se comprime dicho material, se ejercen fuerzas mediante dichos segmentos sobre al menos un segmento de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta. En particular, donde cada uno de dichos segmentos de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta se conforma de modo que cuando se comprime dicho material mediante el movimiento de dichos segmentos, se ejercen fuerzas mediante dichos segmentos sobre al menos un segmento de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta, en particular sobre cada segmento de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta.
30
35

En una realización que se refiere a la realización tratada anteriormente, dicha fuerza ejercida se transfiere desde dicho segmento o desde dichos segmentos sobre dicho al menos un segmento de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta o sobre cada segmento de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta a través de -en particular básicamente solo a través de-al menos una superficie de contacto de cada segmento o segmentos que interactúan con al menos una superficie de contacto de dicho al menos un segmento de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta o que interactúan con superficies de contacto de dichos segmentos de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta. En particular, tales superficies de contacto en interacción son superficies de acoplamiento.
40
45
50

En una realización que se refiere a la última realización mencionada o a la penúltima realización mencionada, dichas fuerzas ejercidas se dirigen básicamente en la dirección de dicho movimiento de dicho segmento o casi perpendicularmente al mismo o una superposición de tales fuerzas.

5

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, mediante dicha compresión, se ejerce sobre dicho material una presión de al menos 5 bar (500 kPa) y en particular de como máximo 50 bar (5000 kPa). Más particularmente, se ejerce una presión sobre dicho material entre 10 y 30 bar (1000 y 3000 kPa) mediante los segmentos de las herramientas.

10

En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, el método comprende la etapa de calentar dicho material antes y/o durante y/o después de dicha compresión, en particular calentar al menos básicamente la totalidad del material insertado entre dichas primera y segunda herramientas. En particular, en concreto lo más destacadamente en el caso de termoestables (reforzados), dicho material comprende una resina, y dicho calentamiento se lleva a cabo para estimular la reticulación de la resina. En el caso de termoplásticos (reforzados), dicho calentamiento otorga al termoplástico un estado bien conformable.

15

20

El aparato para fabricar piezas (en particular piezas hechas básicamente de plásticos reforzados) comprende

25

- una primera herramienta y una segunda herramienta, comprendiendo dicha primera herramienta al menos un conjunto que comprende al menos un (en particular al menos dos) segmento, y comprendiendo dicha segunda herramienta al menos un primer y un segundo conjunto de al menos un (en particular al menos dos) segmento cada uno;

30

- una unidad de impulsión para impulsar al menos dicho primer conjunto y dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta.

Tal aparato puede permitir llevar a cabo los métodos descritos anteriormente.

35

En una realización, dicha unidad de impulsión es una unidad de impulsión para impulsar al menos dicho primer conjunto y dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta hacia dicha primera herramienta; en particular, dicho impulsor se estructura y se configura para dicha impulsión.

40

En una realización del aparato que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, los segmentos de dicha primera herramienta se conforman de modo que, cuando se disponen en una forma predefinida denominada posición cerrada, forman al menos una superficie básicamente continua que corresponde a una primera superficie parcial de una pieza a fabricar, y donde los segmentos de dicha segunda herramienta se conforman de modo que, cuando se disponen en una forma predefinida denominada posición cerrada, forman al menos una superficie básicamente continua que corresponde a una segunda superficie parcial de dicha pieza a fabricar, en particular donde estas dos superficies parciales se complementan entre sí de modo que forman básicamente la superficie total de dicha pieza a fabricar.

50

5 En una realización del aparato que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, los segmentos de dicha primera herramienta se conforman de modo que, cuando se disponen en una forma predefinida, forman una superficie continua, y los segmentos de dicha segunda herramienta se conforman de modo que, cuando se disponen en una forma predefinida, forman otra superficie continua, y donde estas dos superficies continuas se complementan entre sí de modo que forman básicamente la superficie total de un volumen predefinido cuando se disponen entre sí en una forma predefinida.

10 En una realización del aparato que se refiere a una o ambas de las dos últimas realizaciones tratadas, dicho al menos un segmento de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta comprende al menos una superficie de acoplamiento cada uno, que se acopla, cuando dicha segunda herramienta está en dicha posición cerrada, con al menos una superficie de acoplamiento de dicho al menos un segmento de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta, donde las superficies de acoplamiento de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta forman cada uno, en dicha posición cerrada, un ángulo agudo con dicha segunda superficie parcial.

20 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dicho aparato comprende una unidad de control configurada para controlar el movimiento de dicho primer conjunto y de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta de forma tal que dichos segmentos de dicha segunda herramienta se mueven de modo que continuamente durante el movimiento de al menos un segmento de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta hacia dicha posición cerrada, una distancia de recorrido momentánea hasta dicha posición cerrada para el al menos un segmento de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta excede de una distancia de recorrido momentánea hasta dicha posición cerrada para el al menos un segmento de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta. En particular, la unidad de control controla dicha unidad de impulsión de la forma descrita.

30 En una realización que se puede combinar con una o más de las realizaciones tratadas anteriormente, dicho aparato comprende una unidad de cambio de temperatura estructurada y configurada para calentar o enfriar o tanto calentar como enfriar el material insertado entre dichas primera y segunda herramientas. En particular, al menos una parte de dicha unidad de cambio de temperatura está integrada en al menos una de dichas herramientas.

40 La invención comprende aparatos con las características de métodos correspondientes de acuerdo con la invención, y viceversa.

Las ventajas de los aparatos corresponden básicamente con las ventajas de los métodos correspondientes y viceversa.

45 En un aspecto de la invención, el método para fabricar piezas comprende las etapas de

- insertar material entre una primera herramienta y una segunda herramienta, comprendiendo dicha primera herramienta al menos un conjunto
- que comprende al menos dos segmentos, en particular donde dichos segmentos se pueden separar entre sí, y comprendiendo dicha segunda herramienta al menos un primer y un segundo conjunto de al menos un segmento cada uno,

en particular donde dichos segmentos se pueden separar entre sí;

- comprimir al menos una parte de dicho material, en particular al menos básicamente la totalidad de dicho material, mediante

5

- o el movimiento de al menos dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta hacia dicha primera herramienta; y a continuación

10

- o el movimiento de al menos dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta hacia dicha primera herramienta.

Los movimientos posteriores de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta y dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta (cuyos movimientos se llevan a cabo por lo general ejerciendo presiones de al menos 5 bar (500 kPa)) hacen posible conformar piezas con forma de anillo y forma similar a un anillo a partir de preformas tales como material preimpregnado. Es posible aplicar presiones al material de forma muy homogénea.

15

En una realización de este aspecto, dicho movimiento de al menos dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta hacia dicha primera herramienta tiene lugar reposadamente (es decir, continuamente) o de nuevo (es decir, renovadamente) durante dicho movimiento de al menos dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta hacia dicha primera herramienta.

20

Este aspecto se puede combinar, por lo que respecta a la compatibilidad principal, con cualquier otra realización desvelada en la presente memoria y con cualquier característica de cualquier otra realización desvelada en la presente memoria.

25

Otras realizaciones y ventajas surgen de las reivindicaciones dependientes y las figuras.

30

Breve descripción de las figuras

A continuación, la invención se describe con más detalle por medio de ejemplos y las figuras incluidas. Las figuras muestran de forma esquemática:

35

Fig. 1 vista superior sobre un detalle de un aparato con preforma insertada, aunque en la primera herramienta (herramienta externa) y la segunda herramienta (herramienta interna) están en posición cerrada;

40

Fig. 2 vista superior sobre un detalle de un aparato, con preforma insertada y herramientas abiertas;

Fig. 3 vista superior sobre un detalle de un aparato, con preforma insertada y herramienta externa cerrada;

45

Fig. 4 vista superior sobre un detalle de un aparato, con preforma insertada y herramienta externa cerrada asegurada con abrazaderas;

50

Fig. 5 vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con una preforma insertada, a la vez que se están conectando las varillas de un primer conjunto de varillas de tracción;

Fig. 6 vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con una preforma insertada, a la vez que se conectan las varillas de un primer conjunto de varillas de tracción y están ejerciendo fuerzas de acción en segmentos del primer conjunto de la herramienta interna;

5

Fig. 7 vista superior sobre un detalle de un aparato con preforma insertada, a la vez que se conectan las varillas de un primer conjunto de varillas de tracción y ejerciendo fuerzas de acción en segmentos del primer conjunto de la herramienta interna, y también se muestran los segmentos del segundo conjunto de la herramienta interna;

10

Fig. 8 vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con una preforma insertada y mecanismo de desplazamiento, a la vez que los segmentos de un segundo conjunto de la herramienta interna se mueven en la preforma;

15

Fig. 9 vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con una preforma insertada y mecanismo de desplazamiento, a la vez que los segmentos del segundo conjunto de la herramienta interna se han movido en la preforma, y las varillas de un segundo conjunto de varillas de tracción se están conectando;

20

Fig. 10 vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con una preforma insertada, a la vez que los segmentos del segundo conjunto de la herramienta interna se han movido en la preforma, y las varillas de un segundo conjunto de varillas de tracción se están conectando;

25

Fig. 11 vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con una preforma insertada, a la vez que los segmentos del segundo conjunto de la herramienta interna se han movido en la preforma, y las varillas de un segundo conjunto de varillas de tracción se conectan y están ejerciendo fuerzas de acción en segmentos del segundo conjunto de la herramienta interna;

30

Fig. 12 vista superior sobre un detalle de un aparato con preforma insertada, a la vez que se conectan las varillas del primer conjunto de varillas de tracción y están ejerciendo fuerzas de acción en los segmentos del primer conjunto de la herramienta interna, y las varillas del segundo conjunto de varillas de tracción se conectan y están ejerciendo fuerzas de acción en los segmentos del segundo conjunto de la herramienta interna;

35

Fig. 13 vista superior sobre la herramienta interna en posición cerrada;

40

Fig. 14 vista superior sobre la herramienta interna en posición cerrada, con fuerzas aplicadas;

Fig. 15 vista superior sobre un detalle de un aparato, a la vez que se están liberando los segmentos del segundo conjunto de la herramienta interna;

45

Fig. 16 vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con mecanismo de desplazamiento, a la vez que se han liberado los segmentos del segundo conjunto de la herramienta interna y las varillas de tracción del segundo conjunto de varillas de tracción se están desconectando;

50

Fig. 17 vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con mecanismo de desplazamiento, a la vez que las varillas de tracción del segundo

conjunto de varillas de tracción se ha desconectado y los segmentos del segundo conjunto de la herramienta externa se han alejado;

5 Fig. 18 vista superior sobre un detalle de un aparato, a la vez que los segmentos del segundo conjunto de la herramienta externa se han alejado, y los segmentos del segundo conjunto de la herramienta interna se liberan moviendo las varillas del primer conjunto de varillas de tracción;

10 Fig. 19 vista superior sobre un detalle de un aparato, a la vez que los segmentos del conjunto de la herramienta externa se han alejado después de haber liberado las abrazaderas;

15 Fig. 20 ilustración muy esquemática de diversas secciones transversales perpendiculares a un eje de la pieza, en particular las formas cerradas a la izquierda, las formas casi cerradas en el medio y las estructuras abiertas a la derecha;

20 Fig. 21 en vista lateral con sección parcial ilustrativa de un detalle de un aparato con una preforma insertada y un mecanismo de pantógrafo como un impulsor para impulsar los segmentos de la herramienta interna;

Fig. 22 ilustración de un perfil curvado que se puede fabricar usando un aparato de la Figura 23;

25 Fig. 23 vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con una herramienta externa que tiene un conjunto de dos segmentos y una herramienta interna que tiene un primer conjunto de un segmento y un segundo conjunto de dos segmentos;

30 Fig. 24 sección transversal a modo de ejemplo a lo largo de la línea A-A' del perfil de la Figura 22;

Fig. 25 otra sección transversal a modo de ejemplo a lo largo de la línea A-A' del perfil de la Figura 22;

35 Fig. 26 ilustración esquemática de una sección transversal a lo largo del eje de la pieza de un detalle de un aparato para fabricar una pieza con forma de anillo (similar a una superficie cilíndrica), con el material insertado comprimiéndose;

40 Fig. 27 vista detallada de una interfase entre un segmento del primer conjunto y un segmento del segundo conjunto de la segunda herramienta.

45 Los símbolos de referencia usados en las figuras y sus significados se resumen en el listado de símbolos de referencia. Las realizaciones descritas son simplemente ejemplos y no deberían limitar la invención.

Descripción detallada de la invención

50 Por ejemplo se pueden fabricar piezas, de estructuras con forma de anillo, hechas con plásticos reforzados, dado que las capas de solapamiento de una preforma, normalmente hechas con material preimpregnado, se fusionan durante un proceso de producción que implica presión y normalmente también calentamiento de tal manera que no existen

intersecciones más relevantes entre las capas en la pieza producida de este modo (continuo). Las fuerzas aplicadas a una pieza obtenida de este modo se transfieren desde una hebra de fibra a la siguiente en las áreas de solapamiento a través de fuerzas de cizallamiento en la matriz, y por lo tanto, el deterioro estructural resultante es muy pequeño en comparación con las costuras de soldadura o las superficies encoladas.

Se pueden usar diversos productos semiacabados como una preforma para su procesamiento a continuación. Por ejemplo: diferentes combinaciones de matriz de fibra, o productos semiacabados de fibra no consolidada preimpregnada (material preimpregnado) o productos semiacabados no impregnados combinados con películas de polímero no reforzado. Incluso los sistemas de matriz termoestables o elastómeros se pueden procesar en el método propuesto.

Por ejemplo, se pueden usar los siguientes materiales de fibra: fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de basalto, fibras de poli p-fenilenbenzobisoxazol (PBO), fibras de boro, fibras de poliamida, fibras de lino, cáñamo, algodón, o combinaciones de las mismas. En general, siempre y cuando la presión, el tiempo y la temperatura del proceso no deterioren las propiedades de las fibras en la pieza producida, se puede usar cualquier tipo de fibra. La selección se hace teniendo en cuenta, de la manera más importante, con qué fibra se pueden conseguir las propiedades deseadas de la pieza producida.

Existen varias maneras de fabricar una preforma, en particular una preforma con una forma similar a la de un anillo. Aquí se presentan algunos ejemplos:

i) Un producto semiacabado con forma de cinta tal como materiales preimpregnados se proporciona en tiras, por ejemplo, cortándolo en tiras. Las tiras se colocan de tal manera, que se obtiene la preforma deseada, en particular una preforma con forma de anillo. Las tiras se pueden alinear entre sí, se pueden solapar, o se pueden presentar en múltiples capas.

ii) La preforma, en particular una forma de anillo, se forma enrollando un producto semiacabado tal como materiales preimpregnados en una espiral.

iii) Un producto semiacabado con forma de cinta tal como un material preimpregnado se proporciona en tiras, por ejemplo, cortándolo en tiras. La preforma, en particular la preforma con forma de anillo, se forma insertando de forma gradual las tiras en una herramienta de presión (compárense los ejemplos y las Figuras de herramientas que siguen a continuación, en particular las herramientas externas). El corte y/o la inserción se pueden conseguir de forma manual o automática.

iv) Se cortan incisiones en un producto semiacabado tal como materiales preimpregnados, de modo que las incisiones no lo dividen en partes completamente separadas. La finalidad de estas incisiones es cortar a través de las fibras de refuerzo dentro de las capas del producto semiacabado. Las incisiones se insertan preferentemente de una manera tal que existe una compensación entre incisiones en las capas vecinas del producto semiacabado. La preforma preparada de este modo se inserta en una herramienta (compárense los ejemplos y las Figuras de herramientas que siguen a continuación, en particular las herramientas externas), por ejemplo, como se propone en ii). Las incisiones facilitan un movimiento de deslizamiento de las fibras de refuerzo durante el proceso de conformación de la forma de la preforma y por lo tanto

disminuye la tensión interna en la preforma resultante, facilitando de este modo el relleno de la preforma en la herramienta.

- 5 v) Del mismo modo, se proporciona un producto semiacabado cortado en tiras (compárense i) o iii)) con incisiones como se describe en iv) antes y/o después de su corte en tiras. A continuación, se da forma a la preforma como se describe en i), o las tiras se insertan en una herramienta como se describe en iii).

10 La supervisión y/o el control de la temperatura de la preforma antes y/o durante su exposición a la presión en un aparato con herramientas se recomienda al menos para termoplásticos con el fin de tener un proceso bien definido y estable. Para la tolerancia del proceso, la temperatura puede ser de 10°C a 20°C o incluso de aproximadamente 50°C, o incluso superior, dependiendo del material a procesar y con la temperatura del proceso elegida lo suficientemente elevada por encima de T_M y T_G , respectivamente.

15 En el caso de termoplásticos reforzados, dado que el material de la matriz en el que las fibras se embeben, es el material termoplástico el que define básicamente las temperaturas relevantes del proceso.

20 Para materiales termoplásticos semicristalinos, la temperatura de fusión cristalina T_M (por ejemplo, 162°C para el polipropileno) y la temperatura de cristalización T_C son relevantes. La T_C puede ser de más de 40°C inferior a la T_M , dependiendo del material termoplástico específico.

25 Una preforma se tiene que calentar al menos hasta su temperatura de fusión cristalina T_M . Esto se puede conseguir por calentamiento directo, por ejemplo, usando calentadores de tira, por radiación, por ejemplo usando radiadores de infrarrojos, por convección de aire caliente, o por calentamiento indirecto a través de una herramienta en la que se presiona la preforma. También es posible una combinación de dos o más de estos
30 métodos de calentamiento.

La colocación de los dispositivos de calentamiento se elige preferentemente de modo que la preforma se calienta uniforme y rápidamente a una temperatura superior a la T_M , particularmente en una temperatura del proceso claramente superior a la T_M , y en la
35 mayoría de los casos se elegirá de al menos 20°C, al menos 50°C, o al menos 75°C superior a la T_M .

En el caso de materiales termoplásticos amorfos, no existen límites distintos de temperatura aparte de la denominada temperatura de transición vítrea T_G . La temperatura
40 de procesamiento tiene que ser superior a la T_G , en particular claramente superior a la T_G , en la mayoría de los casos se elegirá para que sea de al menos 20°C, al menos 50°C, al menos 100°C o al menos 150°C superior a la T_G . Del mismo modo, tampoco existe temperatura de cristalización T_C para materiales termoplásticos amorfos (porque permanecen amorfos). Para la solidificación del material, la temperatura de solidificación
45 T_S (que normalmente es ligeramente superior a la T_G , por lo general estará entre 10°C y 40°C) tiene importancia.

Los principios de los métodos de procesamiento son los mismos para materiales termoplásticos amorfos y semicristalinos; pero las definiciones y las denotaciones de los
50 límites de temperatura varían.

La siguiente tabla muestra algunos materiales de polímero termoplástico a modo de ejemplo que se pueden usar en el proceso propuesto. Los intervalos de temperatura son simplemente una referencia para el volumen correspondiente de los polímeros. Dependiendo de la modificación específica de los polímeros, los valores se pueden desviar intensamente de los valores en la tabla.

5

polímero	T _M [°C]	T _G [°C]	T _c o T _s [°C]
polieterimida (PEI)	-	210-220	220-250
poliéter éter cetona (PEEK)	335-345		290-310
polietersulfona (PES)	-	210-220	220-250
polisulfona (PSU)	-	175-185	185-200
poliftalamida (PPA)	310-330		270-290
tereftalato de polietileno (PET)	250-270		210-230
tereftalato de polibutileno (PBT)	200-230		160-190
poliamida 12 (PA12)	175-185		135-150

Los elastómeros y los plásticos termoestables tienen una viscosidad baja, lo que permite inyectarlos en una cavidad de molde (formada por herramientas del aparato), por ejemplo, en un proceso de tipo moldeo de transferencia de resina (RTM). También es posible usar materiales preimpregnados basándose en materiales termoestables o elastómeros como una preforma.

El aparato (equipo) adecuado para realizar el método propuesto comprende una herramienta interna y una externa (o "molde" interno y externo), en el que el número total de segmentos comprendidos en ambas herramientas al menos es de tres. En una configuración muy sencilla, esto significa que cualquiera de la herramienta externa comprende exactamente un segmento y la herramienta interna comprende exactamente dos segmentos, o la herramienta externa comprende exactamente dos segmentos y la herramienta interna comprende exactamente un segmento.

Al menos una de dichas herramientas se puede colocar en una posición abierta en la que se puede insertar una preforma en el aparato antes de que la preforma se preme en una etapa de prensado y/o en la que una pieza prensada se puede liberar del aparato después de dicha etapa de prensado, y se puede colocar en una posición cerrada en la que se produce la etapa de prensado / el proceso de conformación. La herramienta externa y la herramienta interna se pueden mover de forma recíproca con respecto la una de la otra moviendo solamente una de ellas o moviendo ambas.

En particular, si las piezas se produjeran teniendo formas más complejas, como por ejemplo estructuras con forma de anillo abiertas o cerradas, cada una de la herramienta interna y la herramienta externa están formadas preferentemente por dos o más segmentos de herramienta. Esto permite o facilita retirar la parte de las herramientas.

35

Las herramientas se pueden fabricar del mismo material o de uno diferente. Metales y aleaciones, por ejemplo, acero o aluminio, son adecuados como materiales para

herramientas, porque son resistentes y al mismo tiempo rentables y se pueden trabajar fácilmente para darles la forma de necesaria requerida para obtener la pieza deseada.

5 Si fuera necesario, se puede evitar la adherencia entre el material de matriz de la preforma y una superficie de herramienta si la superficie de la herramienta se trata, por ejemplo, con un agente de liberación de calidad comercial.

10 En el caso de una adherencia demasiado pequeña entre el material de matriz de la preforma y una superficie de herramienta, se pueden aplicar sustancias de encolado o similares entre el material de matriz de la preforma y la superficie de la herramienta con el fin de evitar deslizamiento mutuo sin controlar 1 no deseado de las diferentes capas comprendidas en la preforma.

15 Dado que algunos materiales y/o geometrías pueden requerir un procedimiento de enfriamiento controlado o un tratamiento posterior térmico, se recomienda la presencia de al menos un dispositivo de calentamiento y/o enfriamiento no solamente durante el prensado y/o antes de que haya comenzado el prensado (para reducir el tiempo de prensado), sino también después. Por ejemplo, se puede incorporar un dispositivo de calentamiento y/o enfriamiento directamente en el aparato, de forma más particular en
20 una o ambas herramientas. Y/o se puede proporcionar otro dispositivo de calentamiento y/o enfriamiento por separado de las herramientas. Anteriormente se han mencionado formas para conseguir el calentamiento. Con respecto al enfriamiento, se pueden aplicar los mismos principios, pero a la inversa, por ejemplo, usando serpentines de agua fría con medios similares bien conocidos en la técnica.

25 Para conseguir una presión de conformación adecuada tanto para el material de matriz de la preforma usado (que compone principalmente la preforma), como para la forma de la pieza a producir, se pueden usar diferentes métodos, por ejemplo, ejercer una fuerza mecánica, hidráulica o electromecánicamente en una superficie externa de al menos una
30 de las herramientas interna y externa. Para conseguir un ajuste muy bueno entre todos los segmentos de la herramienta y/o entre las herramientas y la preforma colocada entre las herramientas, y para asegurar una dirección adecuada de la fuerza aplicada y una distribución de la presión adecuada, es aconsejable guiar de forma adecuada la fuerza aplicada, por ejemplo, usando varillas de presión o varillas de tracción, para lo cual una
35 persona experta en la materia conoce muchas alternativas.

40 El proceso, o al menos la etapa de prensado (y por lo tanto el movimiento de los segmentos) y preferentemente también el calentamiento, se controla preferentemente de forma automática, por ejemplo, usando un software adecuado que se ejecuta en un controlador o en un ordenador, por ejemplo, el software que controla parámetros importantes como por ejemplo los tiempos de enfriamiento, para calentamiento y para prensado, temperatura y presión.

45 Las Figuras 1 a 19 ilustran un primer ejemplo de un método y de un aparato para fabricar piezas. Se trata de un método y un aparato para fabricar una estructura con forma de anillo de plásticos reforzados con fibras, por ejemplo una llanta o una rueda de coche hecha con polieterimida reforzada con fibra de carbono (PEI). En particular, como refuerzo se usan fibras continuas reforzadas. Las Figuras 2 a 19 ilustran etapas posteriores del proceso y, en algunos casos de Figuras posteriores, ilustran diferentes
50 vistas de aproximadamente la misma etapa del proceso. Pero el orden de las etapas del

proceso implicadlas de este modo no excluye que se pueda elegir un orden de las etapas diferentes o que se puedan añadir o suprimir etapas.

5 La Figura 1 ilustra con detalle una vista superior de un aparato para la fabricación de piezas, de forma más precisa, ilustra una sección transversal a través del aparato. El aparato comprende una primera herramienta que es una herramienta exterior o molde externo y una segunda herramienta que es una herramienta interior o molde interno.

10 La herramienta exterior comprende un conjunto de segmentos que comprende cuatro segmentos 1 que se fijan con abrazaderas en parejas entre sí con las abrazaderas 6.

15 La herramienta interna comprende un primer conjunto de segmentos que comprende cuatro segmentos 2a y un segundo conjunto de segmentos que comprende cuatro segmentos 2b.

La primera herramienta (herramienta externa) y segunda herramienta (herramienta interna) se muestran en posición cerrada.

20 En la Figura 1, el aparato se muestra con una preforma 3 insertada entre la herramienta interna y externa. La forma de la cavidad entre los segmentos 1 de la herramienta externa y los segmentos 2a, 2b de la herramienta interna corresponde a la forma de la pieza a producir, tal como una llanta.

25 En la Figura 2, se ilustra un detalle del aparato con la herramienta externa y la herramienta interna en posición abierta, con la preforma 3 insertada entre las mismas. La preforma 3 puede ser una disposición básicamente cilíndrica de materiales preimpregnados adecuados.

30 La Figura 3 ilustra que ahora, la herramienta externa se cierra por la aplicación de fuerzas F (ilustrada con flechas abiertas), por ejemplo, aplicadas frente a la superficie externa de la herramienta externa. La referencia 4 indica la herramienta externa en posición cerrada. La posición cerrada se puede considerar una geometría lista para la presión de la herramienta externa como además será evidente a continuación.

35 Para aumentar la rigidez de la herramienta externa en la posición cerrada 4, las abrazaderas 6 se aplican a la herramienta externa, véase la Figura 4. Con las abrazaderas 6, se aplica presión impulsando las interfases de contacto 5 de la herramienta externa por parejas las unas hacia las otras. Se podrían usar tornillos u otros elementos en lugar de las abrazaderas 6.

40 En este punto es posible comenzar un calentamiento las mientras interna y/o externa (preferentemente ambas). Una persona experta en la materia reconocerá que el proceso de calentamiento y el comienzo del calentamiento se pueden programar antes o después dependiendo en particular de los requisitos dados por el proceso y por el material o
45 materiales de la preforma 3.

50 La Figura 5 muestra una vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con la preforma 3 insertada, con la herramienta externa 4 en posición cerrada, mientras que se están conectando las varillas 8 de un primer conjunto de varillas de tracción.

La Figura 6 muestra una vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con una preforma insertada, mientras que las varillas 8 del primer conjunto de varillas de tracción se conectan de forma operacional a los segmentos 2a del primer conjunto de segmentos de la herramienta interna. Las varillas 8 se encuentran ejerciendo fuerzas de acción en los segmentos 2a, como se ilustra con las flechas pequeñas. De este modo, la preforma 3 se presiona (con baja presión) entre la primera herramienta y los segmentos 2a del primer conjunto de la herramienta interna.

La Figura 7 ilustra la misma situación que en la Figura 6, pero en una vista similar a la vista superior de una sección transversal de un detalle del aparato. Los segmentos 2b del segundo conjunto de la herramienta interna ya se ilustran en la Figura 7. Como se puede observar, con el movimiento de los segmentos 2a hacia la herramienta externa y la preforma 3, se crea espacio entre los segmentos vecinos 2a. este espacio se usará para introducir los segmentos 2b entre los segmentos 2a de modo que los segmentos 2b pueden aplicar presión frente a la preforma 3, también (véase a continuación). Los segmentos 2a tienen las superficies de acoplamiento 13a hilos segmentos 2b tienen las superficies de acoplamiento 13b. En la posición cerrada de la segunda herramienta, las superficies de acoplamiento 13a y 13b contactarán, por parejas, véanse las Figuras 1, 12, 13 y 14.

La Figura 8 muestra una vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con una preforma insertada y un mecanismo de desplazamiento 10. La situación es similar a la ilustrada en las Figuras 6 y 7, pero las varillas 8 del primer conjunto de varillas de tracción se conectan y no se dibujan las fuerzas que ejercen acción (bajas) en los segmentos 2a de la herramienta interna. Pero se muestran las varillas 11 de un segundo conjunto de varillas de tracción. Impulsado por el mecanismo de desplazamiento 10, por ejemplo, un elevador accionado con un motor eléctrico, los segmentos 2b del segundo conjunto de la herramienta interna se están moviendo en la preforma 3.

En la Figura 9, que se ilustra al igual que la Figura 8, los segmentos 2b del segundo conjunto de la herramienta interna se colocan dentro de la preforma 3, y las varillas 11 se están conectando.

La Figura 10 ilustra la situación de la Figura 9, pero no se muestra el mecanismo de impulsión.

En la Figura 11, las varillas 11 se conectan y ejerciendo fuerzas de acción en los segmentos 2b del segundo conjunto de la herramienta interna. Obsérvese que las varillas 8 del primer conjunto de varillas de tracción todavía están conectadas y ejerciendo fuerzas de acción en los segmentos del primer conjunto de la herramienta interna. Obsérvese además, que los segmentos 2b no solamente se presionan frente a la preforma 3, sino que también se presionan frente a los segmentos 2a, es decir, en sus interfases de contacto mutuo, es decir, en las superficies de acoplamiento 13a, 13b.

La Figura 12 ilustra la situación de la Figura 11 en una vista del tipo vista superior. La preforma 3 se presiona frente a la herramienta externa con los segmentos 2a y, en esas regiones de su superficie interna que no están en contacto con los segmentos 2a, con los segmentos 2b. La temperatura de la preforma 3 ahora en consolidación será de 217°C (que es la T_G para el material representado) y 400°C, preferentemente entre 300°C y 350°C.

Se mencionará que las interfases de contacto 13 (compárese con la Figura 13 que ilustra una vista superior en la herramienta interna) entre los segmentos 2a y 2b formadas con las superficies de acoplamiento 13a y 13b (compárese con la Figura 7) no solamente dan como resultado un proceso particularmente eficaz. También proporcionan una distribución excelente de las fuerzas ejercidas en la preforma 3 por los segmentos 2a y 2b. Esto se debe a que no solamente existe un ajuste de la fuerza sino también un ajuste de la forma de todos los segmentos 2a, 2b de la herramienta interna.

Las interfases de contacto 13 (compárese con la Figura 13) entre los segmentos 2a y 2b están en ángulo con respecto a las direcciones del movimiento de los segmentos 2a y 2b, respectivamente (compárese los vectores de fuerza 14 y 15 en la Figura 14 que ilustran una vista superior en la herramienta interna) en la dirección indicada en la Figura 4, es decir, de una manera tal que los segmentos 2b se pueden mover y ajustar en los espacios dejados entre los segmentos 2a. Esto lleva a un ángulo agudo α para los segmentos 2a y un ángulo obtuso β para los segmentos 2b (compárese con la Figura 27). Preferentemente, el ángulo α se elige al menos 1° , al menos 2° o al menos 4° menor que el ángulo dado geoméricamente por la insertabilidad de los segmentos 2b al lado de (o entre) los segmentos 2a a lo largo de la ruta de movimiento de los segmentos 2b.

Se tira de los segmentos 2a y 2b (con las varillas de tracción 8 y 11, respectivamente) hacia la preforma 3 hasta que alcanzan una posición ajustada previamente (posición cerrada). En esa posición, la cavidad entre la herramienta externa y la herramienta interna se iguala con la forma de la pieza a fabricar, es decir, la forma de llanta. En conjunto, las superficies externas de los segmentos 2a y 2b tienen ahora la forma y forman la superficie interna de la pieza a fabricar.

La presión (presión de conformación) ejercida en la preforma 3 a través de los segmentos 2a y 2b se mantiene entre 2 segundos y 2 minutos, preferentemente entre 20 segundos y 1 minuto, para una consolidación de la resina termoplástica en las capas de la preforma 3. En el presente ejemplo, la presión del proceso tiene que estar entre 500 kPa y 5000 kPa, preferentemente entre 800 kPa y 2000 kPa. Estos amplios intervalos de tiempo y presión son una de las grandes ventajas del presente proceso, haciendo que sea más fácil realizar una nueva etapa de una nueva geometría de la pieza, y normalmente una nueva geometría de la pieza tiene una variable principal: el número de capas de material preimpregnado.

Por ejemplo, en el caso de una llanta para una rueda de bicicleta, solamente se necesitan muy pocas capas, y por lo tanto un tiempo de presión de 10 segundos ya puede ser suficiente, mientras que en el caso de una rueda para un coche, el número de capas es básicamente superior, por ejemplo, unas pocas docenas, y de este modo, el tiempo de presión se eleva, por ejemplo, a 20 o 30 segundos.

El tiempo de presión y la presión son aproximadamente proporcionales al número de capas en la preforma 3, aunque también influyen en estos parámetros otros factores tales como la complejidad de la geometría de la pieza a conformar, aunque normalmente es menos fuerte.

En este punto, normalmente comenzará el enfriamiento de la herramienta interna y externa, aunque todavía se mantiene la presión de las herramientas en la preforma 3. A partir de este momento, la preforma 3 se puede denominar pieza 16, en el presente

ejemplo: la llanta 16. Por supuesto, el enfriamiento se puede acelerar, por ejemplo, enfriando serpentines en las herramientas.

5 Mientras se enfría, después de haber alcanzado una temperatura donde el material elegido es sólido, la presión en la llanta 16 se reducirá aflojando las varillas 11. Los segmentos 2b se mueven más allá de la llanta 16. La Figura 15 representa esto en una vista superior con detalle del aparato. Los segmentos 2b del segundo conjunto de la herramienta interna se liberan (moviendo las varillas 11, véanse las flechas abiertas en la Figura 15) al final de la solidificación del material. El eje A de la pieza 16 es perpendicular al plano de la figura.

15 La Figura 16 ilustra una vista lateral similar a la sección transversal de un detalle de un aparato en que los segmentos 2b se encuentran de nuevo en una posición abierta, y las varillas 11 se están desconectando. El mismo mecanismo de desplazamiento 10 como en las Figuras 8 y 9 se prepara para moverlos segmentos 2b fuera de la herramienta externa, pero de una forma opuesta con respecto a las Figuras 8 y 9.

20 En la Figura 17, las varillas de tracción 11 se han retirado, y los segmentos 2b se han movido fuera de de la herramienta externa por medio del mecanismo de desplazamiento 10.

25 La Figura 18 ilustra, después de que se hayan retirado los segmentos 2b del segundo conjunto de la herramienta externa, que los segmentos 2a del segundo conjunto de la herramienta interna se liberan moviendo las varillas 8 del primer conjunto de varillas de tracción en la dirección de las flechas abiertas. La pieza 16 ahora ya no está más en contacto con la segunda herramienta (= interna).

30 La Figura 19 ilustra que los segmentos 2a del conjunto de segmentos de la herramienta externa se han retirado después de haber liberado las abrazaderas 6. Cuando los segmentos 2a se mueven más allá de la pieza 16, preferentemente, un robot externo, un operador u otro medio mantendrá la llanta 16 de modo que no se pueda caer.

35 Con la llanta 16 retirada de las herramientas, el aparato está listo para el siguiente ciclo de producción.

Una versión simplificada corta del proceso propuesto se puede resumir aproximadamente con las siguientes etapas en el siguiente orden:

40 - insertar la preforma en la herramienta externa cerrada (que se calienta previamente o no);

- mover la herramienta interna a una posición lista para la presión (en contacto con el material insertado o casi insertado);

45 - calentar el material (mediante las herramientas) hasta la T_M (en el caso de termoplásticos semicristalinos) y la T_G (en el caso de termoplásticos amorfos) mencionadas anteriormente, respectivamente, en particular hasta al menos 20°C , más particularmente hasta al menos 50°C , incluso más particularmente hasta al menos 100°C de las T_M y T_G mencionadas anteriormente, respectivamente;

- comprimir el material por medio de las herramientas, a una presión (presión de conformación) de al menos 1000 kPa, en particular al menos 2000 kPa, por lo general a una presión entre 2500 kPa y 5000 kPa;
- 5
- pasivamente o, preferentemente, encía de forma activa el material por debajo de la T_M y la T_G , respectivamente, en particular hasta al menos 20° , más particularmente hasta al menos 40° por debajo de la T_M y la T_G , respectivamente;
- 10
- reducir la presión aplicada;
 - abrir / retirar al menos una de dichas herramientas;
 - retirar de las herramientas la pieza obtenida de este modo.
- 15
- Obsérvese que la aplicación de toda la presión de conformación solamente después de que el material haya alcanzado una temperatura del proceso superior a la T_M y la T_G , respectivamente, normalmente dará como resultado piezas de mejor calidad que aplicando toda la presión de conformación antes de que el material ya haya alcanzado esa temperatura.
- 20
- Aunque el primer ejemplo presentado anteriormente en conjunto con las Figuras 1-19 solamente es una manera de realizar el proceso, también existen otras posibilidades. Por ejemplo, las herramientas externa e interna podrían funcionar en orden cronológicamente inverso: En primer lugar, la herramienta interna se podría colocar en una posición cerrada (compárese con las Figuras 12, 13, 14) y mantener la preforma 3, y a continuación, los segmentos de la herramienta externa se podrían aproximar e incluir la preforma 3.
- 25
- También es posible otro proceso: Un robot mantiene la preforma 3 en su posición, y ambas, la herramienta interna y la herramienta externa, de forma básicamente simultánea se mueven desde la posición abierta en la posición cerrada representada por la Figura 12.
- 30
- En el caso de las herramientas y una pieza similar a un anillo de acuerdo con el primer ejemplo, el número mínimo de segmentos de la herramienta interna (2a y 2b, en conjunto) es de cuatro. En general, si se tiene que producir una pieza perfectamente cilíndrica o cónica, en principio es suficiente un solo segmento cilíndrico para la herramienta externa. Pero si la sección transversal radial de la llanta presenta al menos un debilitamiento en la dirección axial, al menos se tienen que usar dos segmentos para la herramienta externa para retirar de las herramientas una pieza rígida fabricada.
- 35
- 40
- En el caso del movimiento cronológicamente inverso o simultáneo mencionado anteriormente de los segmentos de las herramientas, estos números mínimos de segmentos pueden cambiar en consecuencia.
- 45
- Si la sección transversal de la preforma 3 perpendicular a su eje no es perfectamente circular, como por ejemplo en una estructura con forma de anillo abierta o en una estructura elíptica, el proceso se puede adaptar reemplazando las herramientas interna y externa perfectamente circulares con otros segmentos interno y externo con la forma correspondiente que tienen una curvatura y/o la forma adecuadas, compárese con los
- 50
- diversos ejemplos ilustrados en la Figura 20.

La Figura 20 es una ilustración muy esquemática de diversas secciones transversales perpendiculares a un eje de la pieza, es decir formas cerradas (formas similares a un anillo) en la parte izquierda, formas casi cerradas en la parte media y estructuras abiertas en la parte derecha. Obsérvese que un eje de la pieza se puede doblar / curvar, por ejemplo, una pieza puede describir la forma de la superficie de una parte de un toro. Y también obsérvese que una sección transversal de una pieza puede variar a lo largo del eje de la pieza, por ejemplo, una pieza puede describir una parte de un cono.

La Figura 21 ilustra otro ejemplo de un método y de un aparato para fabricar piezas. La Figura 21 muestra una vista lateral parcialmente seccionada ilustrativa de un detalle de un aparato correspondiente con preforma insertada y un mecanismo de pantógrafo 17 como un impulsor para la inclusión de los segmentos 2a, 2b de la herramienta interna (solamente se dibujan los segmentos 2a o los segmentos 2b). En este segundo ejemplo, se usa un pantógrafo 17 para mover los segmentos de la herramienta interna. En consecuencia, se usa un principio de presión diferente.

Los segmentos 2a y 2b de la herramienta interna se montan en el pantógrafo 17. Mientras gira el tornillo del pantógrafo 18, los segmentos 2a y 2b se mueven, una vez montados en uno y el mismo pantógrafo 17, hacia la herramienta externa cerrada, aplicando de este modo la presión deseada en la preforma 3. Por ejemplo, los segmentos 2a, 2b se mueven de modo que en primer lugar, los segmentos 2a se ponen en contacto con el material insertado, y a continuación los segmentos 2b se ponen en contacto con el material insertado, o los segmentos 2a se mueven antes y/o a una velocidad diferente que los segmentos 2b. Por lo general, los segmentos 2b nunca estarán más cerca del material 3 que los segmentos 2a en su respectivo camino hacia y en la posición cerrada. El diseño adecuado de los brazos del pantógrafo permite conseguir tales movimientos. Después de calentamiento y presión, la pieza se puede extraer de las herramientas girando el tornillo del pantógrafo 18 de la forma opuesta.

Un tercer ejemplo de un método y de un aparato para fabricar piezas se describe en conjunto con las Figuras 22 y 23. La Figura 22 es una ilustración de un perfil curvado 19 que se puede fabricar usando un aparato dibujado en la Figura 23. La Figura 23 es una vista lateral similar a la sección transversal ilustrativa de un detalle de un aparato con una herramienta externa que tiene un conjunto de dos segmentos 22 y una herramienta interna que tiene un primer conjunto de un segmento 20 y un segundo conjunto de dos segmentos 21.

Este tercer ejemplo se refiere a un método y un aparato para fabricar perfiles abiertos de poliéter éter cetona (PEEK) reforzados con fibra de carbono 19, por ejemplo un larguerillo para reforzar fuselajes de aeronaves (compárese con la Figura 22). El perfil 19 puede presentar, por ejemplo, una sección transversal con forma de I, con forma de T o con una forma de C o una forma aproximadamente de Z (a lo largo de la línea marcada como A-A' en la Figura 22), y, además, la sección transversal puede variar a lo largo de la extensión de la longitud del perfil. Las Figuras 24 y 25 ilustran secciones transversales a modo de ejemplo a lo largo de la línea A-A' en la Figura 22, es decir, una sección transversal con forma de T y con una forma aproximadamente de Z, respectivamente.

Y el perfil 19 puede tener un cambio continuo en el radio de curvatura (compárense R1 y RN en la Figura 22). Por medio del proceso y aparato descritos, es posible fabricar perfiles con radios localmente variables y una sección transversal localmente variable.

En este caso, también se pueden aplicar los parámetros de temperatura, tiempo de presión y presión del proceso del primer ejemplo (véase anteriormente).

5 En general, el proceso también funciona básicamente de la misma manera que el primer ejemplo que se ha descrito anteriormente y principalmente con un aparato equivalente o al menos similar. Una diferencia principal es el número de segmentos: en este caso, la herramienta interna tiene que comprender al menos un segmento central 20 y dos segmentos laterales 21, mientras que la herramienta externa tiene que comprender al menos dos segmentos 22.

10 El ejemplo en particular de las Figuras 22 a 25 (tercer ejemplo) puede funcionar solamente con dos segmentos internos en lugar de con los tres que se han descrito (uno central 20 y dos simétricos 21) si solamente existe un radio interno R1 o si la longitud del perfil lo permite de este modo (no se muestra).

15 En general, en la práctica, el número mínimo de segmentos lo proporciona básicamente dos factores:

- 20 - los segmentos en que diseñar de un modo tal que no choquen entre sí mientras que se mueven el uno con respecto al otro desde la posición abierta a la cerrada y viceversa;
- la preforma y la parte presionada, respectivamente, tienen que colocar fácilmente en y retirar de las herramientas y/o sus segmentos.

25 La Figura 26 muestra una ilustración esquemática de una sección transversal de un detalle de un aparato para la fabricación de una pieza con forma de anillo (similar a una superficie cilíndrica), con el material 3 insertado siendo comprimido. La sección transversal es una sección transversal a lo largo del eje de la pieza. La flecha abierta simboliza la fuerza aplicada al material 3 a través del segmento 2a de la herramienta interna de modo que el material 3 se comprime dentro de la cavidad formada entre las herramientas interna y externa asumiendo de este modo la forma definida por las herramientas. Se pueden usar guías 7 tales como pernos unidos al segmento 2a que interactúan con los orificios (líneas de puntos en la Figura 26) en el segmento 1 para asegurar un alineamiento adecuado de la herramienta interna y externa. La referencia 12 representa la superficie interna de la herramienta externa y por lo tanto también la superficie externa de la pieza a producir. En la sección transversal ilustrada en la Figura 30 27, esta superficie 12 se muestra como una línea, describiendo la pieza a fabricar básicamente una camisa cilíndrica. Son posibles formas más complicadas, por ejemplo, variando el radio del cilindro a lo largo del eje del cilindro. Con variaciones apropiadas de ese radio (y del radio interno de la pieza correspondiente), la pieza producida puede ser una llanta para un automóvil. El principio explicado en la Figura 26 se puede aplicar bien, por ejemplo, al primer ejemplo ilustrado en las Figuras 1 a 19.

45 La Figura 27 muestra una lista detallada de una interfase 13 entre un segmento 2a del primer conjunto de la segunda herramienta y un segmento 2b del segundo conjunto de la segunda herramienta, por ejemplo, tal como se puede usar en el primer ejemplo que se ilustra en las Figuras 1 a 19. La interfase 13 se forma más particularmente mediante la superficie de acoplamiento 13a del segmento 2a (compárese también con la Figura 7) y la superficie de acoplamiento 13b del segmento 2b (compárese también con la Figura 7).
50 El segmento 2a, más particularmente su superficie de acoplamiento 13a (compárese también con la Figura 7), forma un ángulo agudo α con la tangente local de la

herramienta interna. Esa tangente local se indica con una línea discontinua en la Figura 27. De forma correspondiente, el segmento 2b, más particularmente su superficie de acoplamiento 13b (compárese también con la Figura 7), forma un ángulo obtuso β con la tangente local de la herramienta interna. El ángulo agudo α normalmente será una cantidad entre 89° y 40° , más particularmente entre 88° y 60° , incluso más particularmente entre 86° y 70° .

Obsérvese que no es necesario que la interfase 13 y las superficies de acoplamiento 13a y 13b sean planas. Tal como se indica con la línea de puntos en la Figura 27, las interfases curvadas 13 y las superficies 14 también lo son posiblemente. La provisión de un ángulo agudo α conduce a fibras con mejor disposición y mejor forma en la pieza acabada.

Se observará que el segmento o segmentos 2b (primer y segundo ejemplo) y 21 (tercer ejemplo) del segundo conjunto están (está), en su camino hacia la posición cerrada siempre más alejados (a lo largo de su ruta de viaje) desde sus (su) posiciones cuando se encuentran en posición cerrada que - al mismo tiempo - el segmento o segmentos 2a (primer y segundo ejemplo) y 20 (tercer ejemplo) del primer conjunto (a lo largo de su ruta de viaje) desde sus (su) posiciones cuando se encuentran en posición cerrada.

Se puede decir, de forma un tanto descuidada, que el segmento o segmentos 2b, 21 del segundo conjunto no puede pasar ni "superar" el segmento o segmentos del primer conjunto en su respectivo camino en la posición cerrada.

Esto permite conformar piezas con superficies cóncavas estrechas. Hábilmente se busca un espacio limitado disponible para los segmentos. Los diferentes conjuntos de segmentos se mueven en diferentes momentos y/o a diferentes velocidades para superar las limitaciones geométricas. Obsérvese que, del mismo modo a lo que se analizó anteriormente en conjunto con el segundo ejemplo (compárese con la Figura 21), también en el caso del primer ejemplo (compárese con las Figuras 1-19) es posible que los segmentos 2a todavía estén en movimiento y aún no estén en la posición cerrada mientras que los segmentos 2b ya están en su camino de movimiento hacia la posición cerrada; en la descripción del primer ejemplo en conjunto con las Figuras 1-19, los segmentos 2b se mueven en su posición inicial solamente después de que los segmentos 2a ya se encuentren en su posición cerrada.

El método y el aparato descritos se adaptan de forma excelente para la fabricación de piezas de plástico reforzadas con vidrio conformadas a presión a partir de preformas, en particular para piezas tales que tienen o que comprenden una parte que tiene una forma que tiene forma de anillo o casi cerrada o que es bastante compleja, partes cóncavas, en particular donde se usan fibras continuas y/o fibras orientadas como refuerzo.

Listado de símbolos de referencia

- | | | |
|----|----|---|
| 45 | 1 | segmento, segmento de la primera herramienta, segmento del molde externo |
| | 2a | segmento, segmento del primer conjunto de la segunda herramienta, segmento del molde interno |
| 50 | 2b | segmento, segmento del segundo conjunto de la segunda herramienta, segmento del molde interno |

	3	preforma, materiales preimpregnados
	4	primera herramienta en estado cerrado, molde externo en estado cerrado
5	5	interfases de contacto de segmentos de la primera herramienta, interfases de contacto de segmentos del molde externo
	6	abrazadera
10	7	guía, medios de guía, perno de guía
	8	varilla de tracción, varilla del primer conjunto de varillas de tracción
	10	mecanismo de desplazamiento
15	11	varilla de tracción, varilla del segundo conjunto de varillas de tracción
	12	superficie externa de la pieza a producir, superficie interna de la herramienta externa
20	13	interfase de contacto, interfase entre un segmento del primer y un segmento del segundo conjunto de la segunda herramienta
	13a	superficie de acoplamiento de un segmento del primer conjunto de la segunda herramienta
25	13b	superficie de acoplamiento de un segmento del segundo conjunto de la segunda herramienta
	14	vector de fuerza
30	15	vector de fuerza
	16	pieza, llanta
35	17	pantógrafo
	18	tornillo del pantógrafo
40	19	pieza, perfil
	20	segmento, segmento del primer conjunto de la segunda herramienta, segmento del molde interno, segmento del molde central
45	21	segmento, segmento del segundo conjunto de la segunda herramienta, segmento del molde interno, segmento del molde lateral
	22	segmento, segmento de la primera herramienta, segmento del molde externo, segmento del molde externo
50	A	eje, eje de la pieza

$R_1 \dots R_N$ radio de curvatura

α ángulo, ángulo agudo

5 β ángulo, ángulo obtuso

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para fabricar piezas (16; 19), siendo dichas piezas llantas (16) o ruedas para vehículos, largueros para aeronaves (19), o aislantes eléctricos, comprendiendo dichas piezas plástico reforzado con fibra, que comprende las etapas de
- a) proporcionar un material (3), comprendiendo dicho material plástico reforzado con fibra;
- 10 b) proporcionar una primera herramienta que comprende al menos un conjunto que comprende al menos un segmento (1; 22);
- 15 c) proporcionar una segunda herramienta que comprende al menos un primer y al menos un segundo conjunto de al menos un segmento (2a; 2b; 20, 21) cada uno, formando dichos segmentos (2a; 2b; 20, 21), cuándo se disponen próximos entre sí en una forma predefinida, denominada posición cerrada, una segunda superficie de herramienta que describe la forma de una parte de una superficie de dicha pieza a fabricar;
- 20 d) mover el al menos un segmento (2a; 20) de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta a dicha posición cerrada;
- e) mover el al menos un segmento (2b; 21) de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta hacia y a dicha posición cerrada;
- 25 f) comprimir entre al menos dichas primera y segunda herramientas al menos una parte de dicho material (3), en particular al menos básicamente la totalidad de dicho material (3), aplicando presión al menos a una de dichas primera y segunda herramientas; donde dichos segmentos (2a; 2b; 20, 21) de dicha segunda herramienta se mueven de modo que continuamente durante el movimiento del al menos un segmento (2b; 21) de dicho
- 30 segundo conjunto de dicha segunda herramienta hacia dicha posición cerrada, una distancia de recorrido momentánea hasta dicha posición cerrada para el al menos un segmento (2b; 21) de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta excede de una distancia de recorrido momentánea hasta dicha posición cerrada para el al menos un segmento (2a; 20) de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta.
- 35 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha primera herramienta es una herramienta externa y dicho segundo conjunto es una herramienta interna, o viceversa.
- 40 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde al menos uno de, en particular cada uno de dichos conjuntos de segmentos (1; 22; 2a; 20; 2b; 21) comprende al menos dos, en particular al menos tres, más particularmente al menos cuatro segmentos.
- 45 4. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde dicho material (3) se proporciona básicamente en forma de hojas delgadas o láminas o tiras.
- 50 5. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde dicho material (3) así como dicha pieza (16; 19) están hechos al menos básicamente de plásticos reforzados con fibra.

6. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde dicho material (3) es básicamente una preforma o un material preimpregnado.
- 5 7. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde dichas piezas comprenden una parte que tiene una estructura con forma básicamente de anillo o similar a un anillo, o donde dichas partes tienen básicamente una estructura con forma de anillo o similar a un anillo.
- 10 8. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde, durante dicha compresión de dicho material (3), un área de dicho material (3) que está en contacto con dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta es mayor que, en particular es al menos dos veces, más particularmente al menos tres veces tan grande como el área de dicho material (3) que está en contacto con dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta.
- 15 9. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde dichas primera y segunda herramientas son herramientas cuya forma determina la forma de dichas piezas.
- 20 10. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde, para dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta y/o para dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta, los segmentos (2a; 2b; 20; 21) de los respectivos conjuntos se mueven de modo que la presión ejercida sobre dicho material (3) a comprimir por uno de los segmentos (2a; 2b; 20; 21) de dicho conjunto respectivo es al menos
- 25 aproximadamente la misma para cada uno de dichos segmentos (2a; 2b; 20; 21).
- 30 11. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde al menos uno de dichos segmentos (2b; 21) de dicho segundo conjunto de dicha segunda herramienta se conforma de modo que cuando se comprime dicho material, se ejercen fuerzas por dicho segmento (2b; 21) sobre al menos un segmento (2a; 20) de dicho primer conjunto de dicha segunda herramienta.
- 35 12. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde mediante dicha compresión, se ejerce sobre dicho material una presión de al menos 5 bar (500 kPa) y en particular de como máximo 50 bar (5000 kPa).
- 40 13. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, que comprende la etapa de calentar dicho material (3) antes y/o durante y/o después de dicha compresión.
14. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, que es un método para fabricar piezas continuas hechas básicamente de plásticos reforzados con fibra continua orientada, en particular donde dicho plástico es un termoplástico.

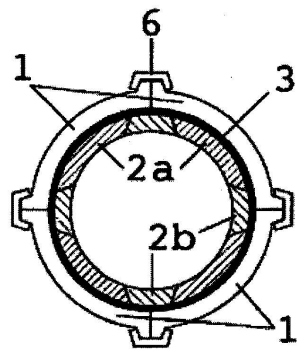


Fig. 1

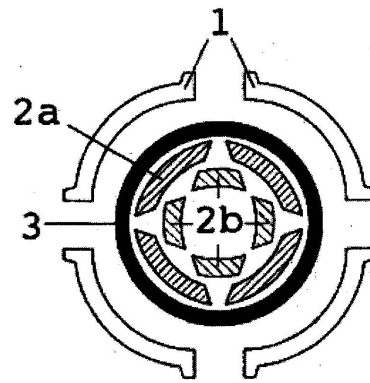


Fig. 2

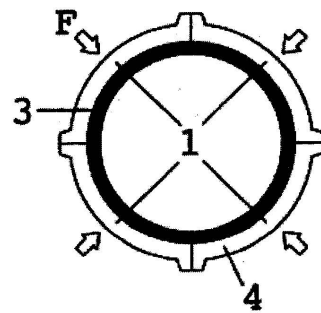


Fig. 3

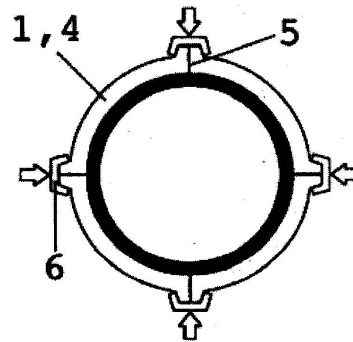


Fig. 4

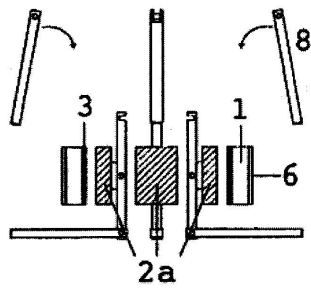


Fig. 5

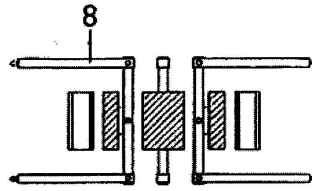


Fig. 6

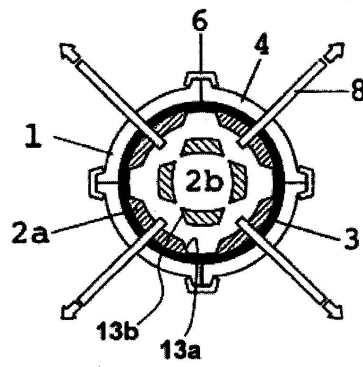


Fig. 7

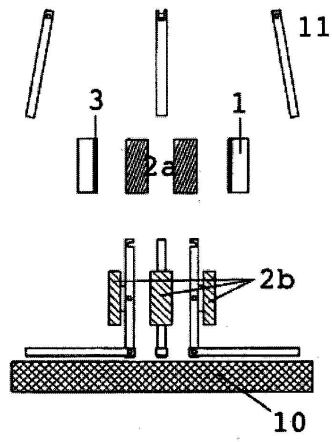


Fig. 8

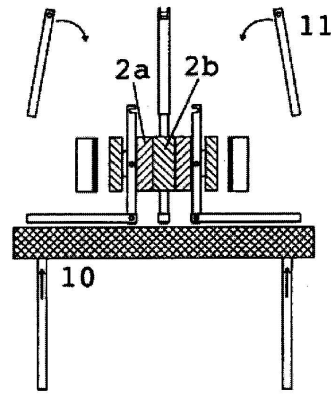


Fig. 9

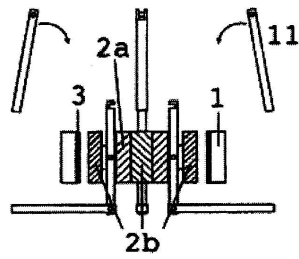


Fig. 10

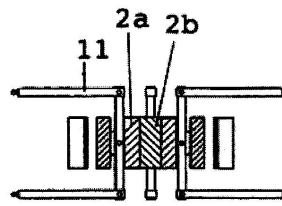


Fig. 11

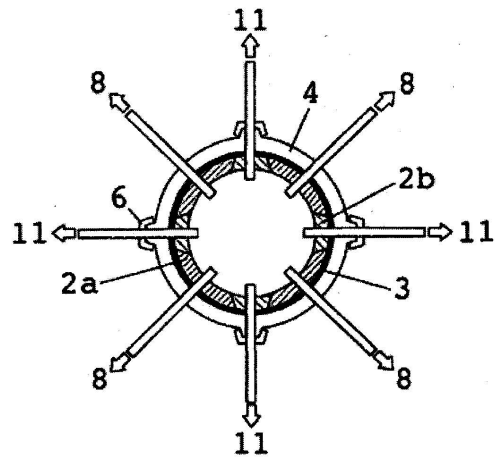


Fig. 12

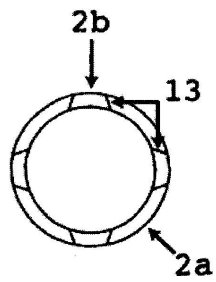


Fig. 13

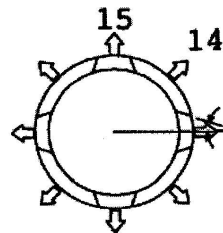


Fig. 14

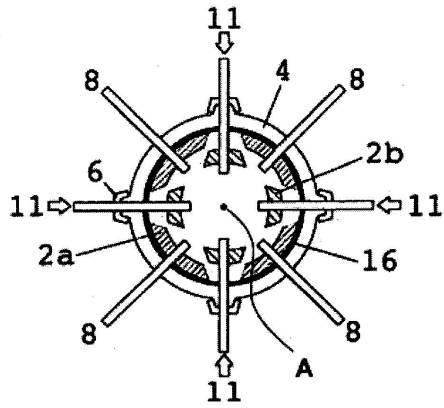


Fig. 15

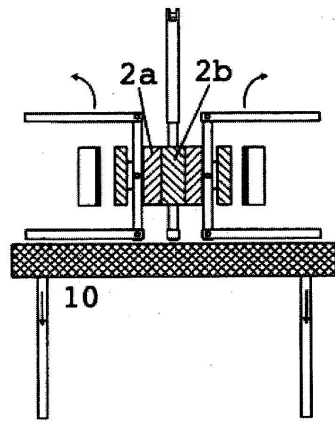


Fig. 16

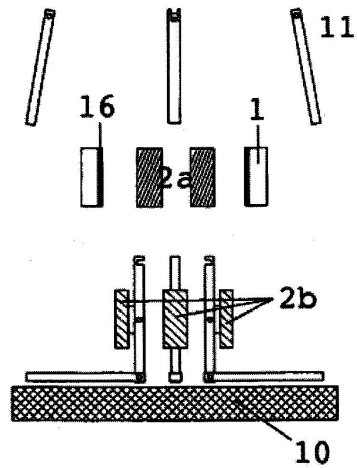


Fig. 17

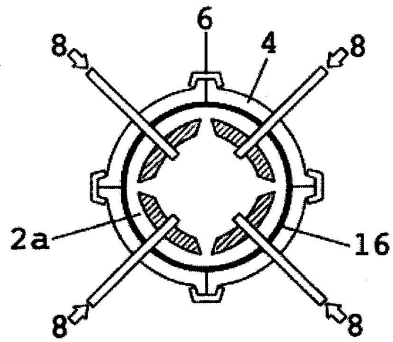


Fig. 18

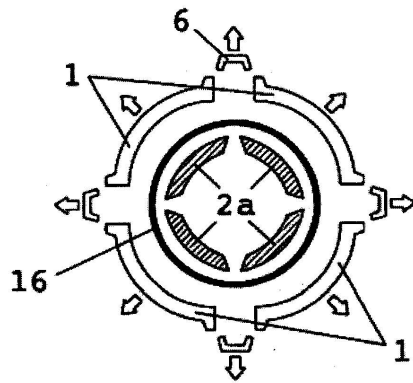


Fig. 19

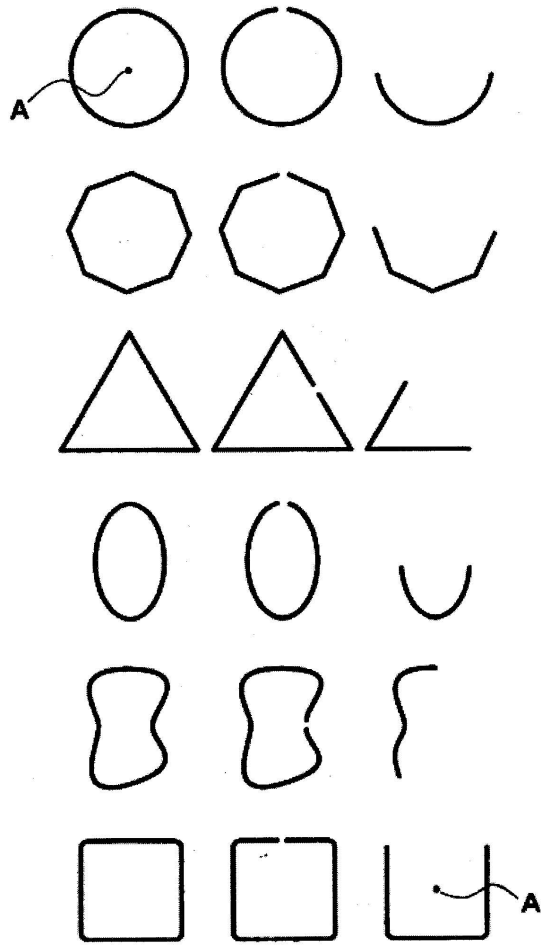


Fig. 20

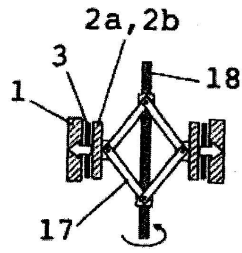


Fig. 21

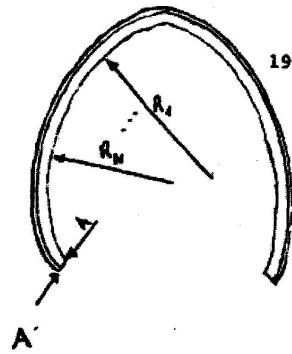


Fig. 22

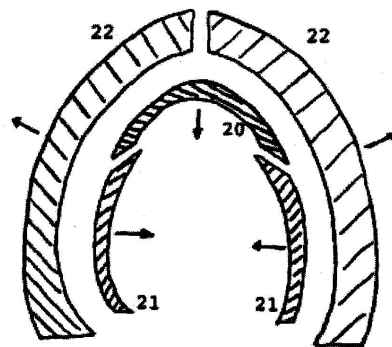


Fig. 23

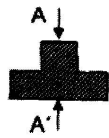


Fig. 24

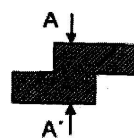


Fig. 25

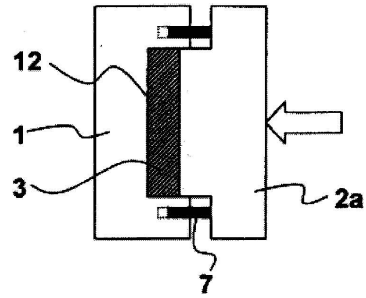


Fig. 26

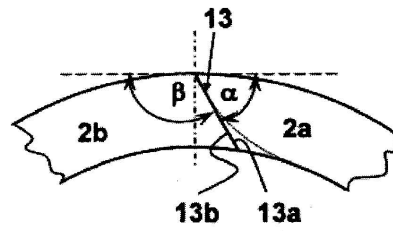


Fig. 27