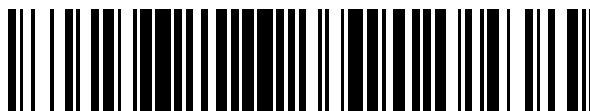


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 401**

51 Int. Cl.:
B29B 15/12 (2006.01)
B29B 15/10 (2006.01)
C08J 5/04 (2006.01)
D06M 15/55 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05732347 .9**
96 Fecha de presentación: **29.03.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1737633**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.01.2007**

54 Título: **Hilo impregnado con una resina epoxídica y su utilización para la producción de una preforma**

30 Prioridad:
31.03.2004 EP 04007749

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.11.2012

73 Titular/es:
TOHO TENAX EUROPE GMBH (100.0%)
KASINOSTRASSE 19-21
42103 WUPPERTAL, DE

72 Inventor/es:
SCHNEIDER, MARKUS y
WOHLMANN, BERND

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 391 401 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

Hilo impregnado con una resina epoxídica y su utilización para la producción de una preforma.

5 El presente invento se refiere a un hilo, a la utilización del hilo para la producción de una preforma (un cuerpo moldeado previo), a una preforma que comprende el hilo, a un procedimiento para la producción de la preforma y a la utilización de ésta para la producción un cuerpo compuesto (en inglés composite)

Para la producción de piezas constructivas a base de materiales sintéticos reforzados con fibras, es conocido producir en primer lugar una preforma, que es similar en su forma a la pieza constructiva, a continuación transferir la preforma a una herramienta, que corresponde a la forma de la pieza constructiva y finalmente, mediando adición de una resina de matriz, producir la pieza constructiva deseada.

10 Al contrario que los preformas, los denominados preimpregnados o prepregs (abreviatura inglesa para fibras previamente impregnadas) ya tienen los dos componentes (fibras y resina de matriz) en la relación de mezcladura definitiva y por lo tanto ya son rígidos a la flexión como un producto semiacabado. Con el fin de impedir reacciones prematuras indeseadas, este material debe de ser además almacenado en estado enfriado y a pesar de todo dispone solamente de un limitado período de tiempo de almacenamiento. A causa de la rigidez a la flexión y de la producción como material en rollo ancho, los casos de uso de los preimpregnados están limitados a piezas constructivas de gran superficie y casi planas. La resina de matriz ya presente no permite ningún tratamiento textil ni no permite ninguna deposición exenta de pliegues de los preimpregnados, por ejemplo a lo largo de radios estrechos o por geometrías fuertemente contorneadas.

20 Si para la producción de preformas se utilizan hilos blandos a la flexión, se pueden producir unas superficies muchísimo más curvadas. Además de ello, el período de tiempo máximo de almacenamiento de la preforma se mejora manifiestamente en comparación con los preimpregnados, puesto que la resina de matriz es añadida tan solo al realizar la producción del cuerpo compuesto.

25 El documento de solicitud de patente japonesa JP 2003 003376 A describe un haz de fibras de carbono para la producción de un preimpregnado. El haz comprende de 20.000 a 100.000 filamentos y es mantenido reunido mediante un agente de apresto, que contiene grupos de poli(oxialquileno) y grupos de epóxido. El haz de fibras de carbono tiene, referido a su peso total, de 0,5 a 3 % en peso de un agente de apresto.

30 El documento de solicitud de patente alemana DE 27 46 640 A describe un material, que está reforzado con fibras de carbono, sobre el que se ha aplicado una mezcla de resinas, que contiene una resina epoxídica, un producto de condensación de un componente ácido con un componente hidroxílico y un derivado de oxialquileno de un fenol. Las fibras de carbono tienen, referido a su peso total, de 0,01 a 10 % en peso de la mezcla de resinas.

El documento DE 39 42 858 A describe un agente de apresto para fibras de carbono, que contiene una resina epoxídica y un agente emulsionante no iónico, que contiene grupos amino terciarios, por lo menos un radical funcional capaz de reaccionar con la resina epoxídica, y por lo menos un radical que actúa emulsionando. Sobre la fibra debe encontrarse de 0,3 a 10 % en peso del agente de apresto.

35 El documento DE 20 33 626 A describe un procedimiento para la producción de un preimpregnado a base de materiales fibrosos mecánicamente muy valiosos, tales como en particular fibras de vidrio, boro y carbono. Las fibras son impregnadas con una solución, que contiene un poliaducto endurecible, que todavía contiene grupos glicidilo libres, a base de isocianurato de triglicidilo, de un agente de endurecimiento y de un disolvente orgánico.

40 El documento de modelo de utilidad alemán DE 201 20 447 U1 describe una preforma a base de una estructura laminar textil, p.ej. a base de un tejido de telar o a base de una capa de una estructura de fibras tendidas, con un agente aglutinante termoplástico, no reticulado, que se adhiere sobre la superficie de la estructura laminar textil, el cual puede ser p.ej. un epóxido. De acuerdo con el documento DE 201 20 447 U1 el agente aglutinante es aplicado p.ej. mediante atomización de una solución de un agente aglutinante sobre la superficie de la estructura laminar textil, conteniendo la solución de agente aglutinante unas partículas de polvos que están dispersadas uniformemente en un disolvente, y pudiendo las partículas de polvos consistir exclusivamente en una resina epoxídica.

45 Sin embargo, si al realizar la producción se parte de una preforma de una estructura laminar textil, el revestimiento con el agente aglutinante está distribuido irregularmente a través del espesor de la estructura laminar textil y, en particular allí donde se tocan los hilos, prácticamente ya no está presente. De esta manera una tal preforma tiene con frecuencia una pequeña resistencia al desplazamiento, con lo que se dificulta la manipulación ulterior de la preforma o incluso se hace imposible.

50 Se establecen unas desventajas adicionales, cuando la preforma debe de tener unas perforaciones, las cuales, cuando la preforma se produce partiendo de estructuras laminares textiles, en muchos casos deben ser producidas por recorte. Esto no solamente cuesta tiempo de trabajo, sino que a causa del desperdicio cortado resultante también está vinculado con una considerable pérdida de material y genera correspondientes cantidades de

desechos. Por consiguiente, este procedimiento para la producción de una preforma es gravoso en cuanto a costos y trabajo, lo cual repercute, como consecuencia de ello, también en los costos del cuerpo compuesto producido a partir de ésta.

5 El documento de patente los EE.UU. US-B-6228474 divulga unos preimpregnados de hilos, que se componen de un gran número de filamentos de fibras de refuerzo, que se impregnan con una mezcla de resinas epoxídicas fusibles. Los hilos impregnados tienen entre 20 y 50 % en peso de resinas. La mezcla de resinas puede comprender en una forma de realización una resina epoxídica mono- o bifuncional, una resina epoxídica tri- o multifuncional así como un componente del tipo de caucho y un agente endurecedor y tener un valor de epóxido comprendido entre aproximadamente 2.700 y aproximadamente 4.760 mmol/kg. Mediante los hilos del documento US-B-6228474 se producen por medio de usuales métodos de arrollamiento unas preformas con su contorno final, que a continuación del arrollamiento se endurecen para dar la pieza constructiva.

El presente invento se establece la misión de disminuir por lo menos las desventajas antes mencionadas.

15 El problema planteado por esta misión se resuelve mediante un hilo que se compone de filamentos de fibras de refuerzo y de una resina infiltrada en el hilo, que es fusible múltiples veces y transformable en el estado sólido mediante enfriamiento a la temperatura ambiente, estando los filamentos del hilo unidos a través de la resina por lo menos parcialmente unos con otros, teniendo el hilo, referido a su peso total, de 2,5 a 25 % en peso de la resina infiltrada, los filamentos de fibras de refuerzo son unos filamentos de carbono tratados previamente por métodos electroquímicos, conteniendo la resina infiltrada por lo menos dos resinas de bisfenol A y epiclorhidrina H1 y H2 en una relación ponderal H1:H2 de 1,1 a 1,4, teniendo H1 un valor de epóxido de 1.850 a 2.400 mmol/kg y un peso molecular de 800 a 1.000 g/mol y siendo sólida a la temperatura ambiente, y teniendo H2 un valor de epóxido de 5.000 a 5.600 mmol/kg y un peso molecular de < 700 g/mol y siendo líquida a la temperatura ambiente, y conteniendo la resina infiltrada adicionalmente una tercera resina H3, que es una resina epoxídica de bisfenol A y epiclorhidrina con un valor de epóxido de 450 a 650 mmol/kg, una media numérica del peso molecular de 2.800 a 3.000 g/mol y un intervalo de fusión de 110 a 130 °C, y teniendo el hilo, referido a su peso total, de 0,5 a 1,7 % en peso de H1 y H2 en total, y de 2,3 a 5,5 % en peso de H3.

Puesto que los filamentos del hilo están unidos por lo menos parcialmente a través de la resina, el hilo conforme al invento muestra una muy buena reunión o cohesión.

30 En el caso de los hilos conformes al invento la resina se debe de escoger de una manera tal que el hilo revestido con ella no sea pegajoso a la temperatura ambiente. Por lo tanto, un hilo de este tipo entonces por regla general no solamente es enrollable sino que en el estado enrollado es almacenable mediando conservación de sus propiedades textiles e incluso después de un largo período de tiempo de almacenamiento es de nuevo desenrollable. Por ejemplo, el hilo conforme al invento se puede desenrollar sin problemas después de un período de tiempo de almacenamiento de 12 meses y muestra a lo sumo unos valores insignificamente modificados de las propiedades de resistencia mecánica, módulo E y alargamiento a la rotura, medidas de acuerdo con la norma DIN 65 382.

35 Finalmente, con ayuda del hilo conforme al invento se puede producir una preforma, sin que de un modo gravoso se tenga que añadir a ésta adicionalmente todavía un material aglutinante, resultando a pesar de todo una mejor unión o aglutinación entre los hilos que en el caso de una preforma del estado de la técnica. Además, al contrario que la producción de la preforma con perforaciones, descrita al comienzo, a partir del estado de la técnica no resulta ningún tipo de desecho de hilo. Como consecuencia no se debe de eliminar ningún desecho de hilo.

40 En una preferida forma de realización, el hilo conforme al invento tiene, referido a su peso total, de 3 a 10 % en peso de la resina infiltrada.

45 En otra forma preferida de realización, los filamentos de fibras de refuerzo del hilo conforme al invento son unos filamentos de carbono que se habían obtenido a partir de productos previos para la producción de pez, poli(acrilonitrilo) o viscosa, o filamentos de aramida, filamentos de vidrio, filamentos de materiales cerámicos, filamentos de boro, filamentos de fibras sintéticas o filamentos de fibras naturales, o una combinación de uno o varios de estos filamentos. Son especialmente preferidos los filamentos de fibras de refuerzo a base de filamentos de fibras de carbono.

50 Entre los hilos a base de filamentos de fibras de carbono es apropiado en particular un hilo previamente tratado mediante una oxidación electroquímica. En este caso, el hilo puede componerse de varios millares, preferiblemente de alrededor de 3.000 a 24.000 y en particular de 3.000 a 12.000 filamentos.

55 Para la infiltración de la resina en el hilo es apropiada en principio cualquier técnica, que apoye una mojadura rápida y total con la resina de los filamentos de fibras de refuerzo del hilo. Tales procedimientos se describen por ejemplo en el documento de solicitud de patente europea EP 1 281 498 A. Por ejemplo, se puede atomizar al hilo con una dispersión de resina. También se puede aplicar una película de la dispersión de resina sobre un rodillo liso o dentro de las acanaladuras de un rodillo y se puede estirar el hilo a lo largo del rodillo liso o a través de las acanaladuras del rodillo. De manera preferida, el hilo es conducido a través de un baño, que contiene la dispersión de resina.

5 Para la dispersión de resina precedentemente mencionada es apropiada como fase líquida en principio cualquier mezcla de líquidos, que forme una dispersión estable con las resinas empleadas conforme al invento. Entre estas mezclas de líquidos son apropiadas, por motivos de protección contra las emisiones, en particular las que son acuosas y tienen un pequeño VOC (acrónimo de Volatile Organic Content = contenido de compuestos orgánicos volátiles). P.ej. una mezcla de agua y de un alcohol, tal como por ejemplo el 2-propoxi-etanol, se ha manifestado como ventajosa para la resina epoxidica de bisfenol A y epiclorhidrina, que es preferida en el procedimiento conforme al invento.

10 La producción del hilo conforme al invento se puede integrar en el proceso de producción del hilo que se ha de infiltrar con la resina, después de su desecación y antes de su enrollamiento, pudiendo el hilo secado ser infiltrado individualmente o en forma de una agrupación de hilos con la por la menos una resina, realizándose que, en el caso de que para la infiltración se emplee una dispersión de resina, una tensión del hilo de 0,25 a 1,3 cN/tex hace posible una buena mojadura de los filamentos de fibras de refuerzo.

15 Evidentemente, a través de la velocidad con la que el hilo es conducido p.ej. a través de un baño, que contiene la dispersión de una o varias de las resinas precedentemente descritas, se puede conseguir por medio de la longitud de inmersión y por medio de la concentración de resina en el baño, la proporción aplicada necesaria conforme al invento de 2,5 a 25 % en peso de la resina infiltrada, referida al peso total del hilo. En este caso, la velocidad, con la que el hilo es conducido a través del baño, está situada de manera preferida en el intervalo de 120 a 550 m/h, de manera especialmente preferida en el intervalo de 150 a 250 m/h. La longitud de inmersión está situada de manera preferida en el intervalo de 0,2 a 1 m. La concentración de la resina en la dispersión, referida al peso de ésta, está situada de manera preferida en el intervalo de 2 a 35 % en peso, de manera especialmente preferida en el intervalo de 2 a 7 % en peso.

Para la desecación del hilo revestido con la dispersión de resina precedentemente descrita se ha manifestado como especialmente apropiada una temperatura de desecación situada en el intervalo de 140 a 330 °C.

Los hilos conformes al invento se pueden utilizar ventajosamente para la producción de una preforma.

25 El problema planteado por la misión, que constituye el fundamento del presente invento, es resuelto mediante una preforma, que comprende los hilos conformes al invento precedentemente descritos, siendo los hilos unidos entre sí en unos sitios de contacto recíproco a través de la resina infiltrada.

30 Aunque a partir de los hilos conformes al invento se pueden producir también unos tejidos de telar, que después de una fusión y una solidificación renovada de la resina infiltrada proporcionan una preforma resistente al desplazamiento en un grado especialmente alto, es ventajoso constituir la preforma conforme al invento a partir de los hilos conformes al invento, puesto que en tal caso los hilos pueden ser colocados en la dirección en la que, en el caso del empleo de un cuerpo compuesto producido con la preforma conforme al invento, son de esperar las cargas mecánicas más altas.

35 Así, en una forma preferida de realización de la preforma conforme al invento, los hilos están dispuestos unidireccionalmente, con lo que la preforma puede ser elaborada ulteriormente para dar un cuerpo compuesto, en el caso de cuyo empleo es de esperar la carga mecánica máxima precisamente en esta dirección de los hilos.

40 En otra forma referida de realización de la preforma conforme al invento, los hilos están dispuestos bi-, tri- o multidireccionalmente, con lo que la preforma puede ser elaborada ulteriormente para dar un cuerpo compuesto, en el caso de cuyo empleo es de esperar la carga mecánica máxima precisamente en estas dos o más direcciones de los hilos.

Adicionalmente a las formas de realización planas laminares precedentemente mencionadas de la preforma conforme al invento, los hilos dispuestos uni-, bi-, tri- o multidireccionalmente pueden ser enrollados en torno a un cuerpo, que tiene p.ej. una forma cilíndrica, de manera tal que resulta una preforma tridimensional.

45 Además, se prefiere una forma de realización de la preforma conforme al invento, en la que los hilos se presentan como hilos cortos, que pueden estar orientados en todas las direcciones del espacio. Por consiguiente, esta preforma es apropiada en particular para la producción de un cuerpo compuesto, en el caso de cuyo empleo pueden aparecer cargas mecánicas en todas las direcciones del espacio.

El problema planteado por la misión que constituye el fundamento del presente invento se resuelve además mediante un procedimiento para la producción de una preforma, que comprende las etapas de

- 50 a) disponer previamente uno de los hilos conformes al invento,
 b) disponer el hilo en una configuración, que corresponde a la configuración de la preforma deseada,

- c) calentar la configuración resultante en la etapa b) a una temperatura situada por encima del punto de fusión de la resina infiltrada en el hilo, y
- d) enfriar la configuración resultante en la etapa c) por lo menos hasta por debajo del punto de fusión de la resina.

5 En una forma preferida de realización del procedimiento conforme al invento, en la etapa c) la configuración resultante en la etapa b) es comprimida simultáneamente con el calentamiento.

La preforma conforme al invento o respectivamente la preforma producida de acuerdo con el procedimiento conforme al invento muestra una alta resistencia al desplazamiento, puesto que los hilos de la preforma conforme al invento están unidos entre sí a través de la resina infiltrada. Por lo tanto, la preforma de acuerdo con el invento
10 puede ser bien manipulada, lo cual es ventajoso en particular en el caso de su elaboración ulterior para dar un cuerpo compuesto.

Cuando la preforma conforme al invento, o respectivamente la preforma producida de acuerdo con el procedimiento conforme al invento, debe de tener unas perforaciones, éstas pueden ser producidas mediante una correspondiente disposición de los hilos y por consiguiente sin ningún tipo de pérdida por corte. Por consiguiente, desaparece el
15 proceso de recorte gravoso en cuanto a costos y trabajo, que se ha descrito al comienzo en el estado de la técnica. Como consecuencia de ello no resulta ningún tipo de desecho. De esta manera se facilita y abarata la producción de un cuerpo compuesto con perforaciones.

Además, en el caso de la producción de la preforma conforme al invento, o respectivamente de la preforma producida de acuerdo con el procedimiento conforme al invento, mediante el empleo de uno de los hilos conformes
20 al invento en lugar de una estructura laminar textil, el hilo puede ser colocado en la dirección, en la que en el caso del empleo del cuerpo compuesto seguidamente producido son de esperar las más altas cargas mecánicas.

Por ejemplo, en una forma preferida de realización del procedimiento conforme al invento, para la producción de una preforma en la etapa b) los hilos conformes al invento son dispuestos unidireccionalmente de manera que después de la etapa d) resulta una preforma conforme al invento, en la que los hilos están dispuestos unidireccionalmente.

25 En otra forma de realización preferida del procedimiento conforme al invento para la producción de la preforma conforme al invento, en la etapa b) se pueden tender los hilos conformes al invento ya sea en capas bi-, tri- o multidireccionales en una configuración, que corresponde a la configuración de la deseada preforma. En tal caso, se pueden utilizar exclusivamente hilos conformes al invento. Asimismo, dentro de una capa de hilos solamente una parte puede componerse de hilos conformes al invento y el resto puede componerse a base de unos hilos, cuyos
30 filamentos no tienen ningún revestimiento de resina. Los hilos configurados del modo mencionado son calentados en la etapa c) del procedimiento conforme al invento a una temperatura situada por encima del punto de fusión de la resina, con la que son infiltrados los hilos, siendo los hilos eventualmente comprimidos. De esta manera, los hilos se vuelven pegajosos. Después de un enfriamiento hasta por lo menos por debajo del punto de fusión de la resina en la etapa d) resulta una preforma conforme al invento, en la que los hilos están dispuestos bi-, tri- o
35 multidireccionalmente.

En otra forma de realización del procedimiento para la producción de la preforma conforme al invento, se cortan los hilos conformes al invento en cortos trozos, que tienen p.ej. una longitud de 1 a 1.000 mm, de manera preferida de 1 a 40 mm, y en la etapa a) los cortos trozos de hilo se colocan dentro de un molde. Después de esto, en la etapa b) del procedimiento conforme al invento los cortos trozos de hilo son calentados a una temperatura situada por encima
40 del punto de fusión de la resina, con la que son infiltrados los hilos, con lo que los trozos de hilos cortos se vuelven pegajosos, y en tal caso eventualmente son comprimidos. Después de un enfriamiento hasta por lo menos por debajo del punto de fusión de la resina en la etapa d) resulta una preforma conforme al invento, en la que los hilos conformes al invento se presentan como hilos cortos con una orientación isotropa.

La preforma conforme al invento, o respectivamente la preforma producida de acuerdo con el procedimiento conforme al invento, o respectivamente la preforma que resulta a partir de la utilización conforme al invento, se puede utilizar, por los motivos ya mencionados, ventajosamente para la producción de un cuerpo compuesto, que comprende una matriz, que se selecciona entre uno de los conjuntos de los polímeros, los metales, los materiales
45 cerámicos, los materiales que fraguan hidráulicamente y carbono, siendo apropiados como matriz polimérica unos materiales termoplásticos tales como p.ej. una poli(etilenimina), una poli(éter-cetona), una poli(éter-éter-cetona), un poli(sulfuro de fenileno), una poli(éter-sulfona), una poli(éter-éter-sulfona), una poli(sulfona) o polímeros termoestables tales como p.ej. epóxidos, como matriz metálica p.ej. (aleaciones de) acero o titanio, como matriz cerámica, p.ej. carburo de silicio y nitruro de boro, como materiales que fraguan hidráulicamente un mortero u hormigón y como matriz de carbono, p.ej. grafito.

En el cuerpo compuesto que resulta a partir de las utilizaciones conformes al invento, los hilos conformes al invento están dispuestos en la dirección en la que son de esperar las mayores cargas mecánicas en el caso del empleo de
50 los cuerpos compuestos. Por consiguiente, la utilización conforme al invento de los hilos conformes al invento y de la

preforma producida a partir de ellos conduce a unos cuerpos compuestos, en los cuales los hilos están adaptados de una manera ajustada a medida a las cargas mecánicas que son de esperar.

Procedimiento de análisis

5 El valor de epóxido de las resinas epoxídicas empleadas conforme al invento es determinado de acuerdo con la norma DIN 53188 de Octubre de 1975.

La resistencia a la tracción y el módulo de tracción del cuerpo compuesto, que está reforzado con una preforma conforme al invento, se miden de acuerdo con la norma EN 2561-B.

El invento es explicado con mayor detalle con ayuda de los siguientes Ejemplos.

Ejemplo 1: Producción de un hilo revestido

10 Un hilo a base de filamentos de fibras de carbono con un título de hilo de 400 tex, es conducido en estado seco con una velocidad de 240 m/h en el caso de una tensión del hilo de 340 cN a través de un primer baño, que tiene una temperatura de aproximadamente 20 °C. El baño contiene una dispersión acuosa, en la que están contenidas dos resinas epoxídicas de bisfenol A y epiclorhidrina H1 y H2. La relación ponderal de H1 a H2 es de 1,2. H1 tiene un valor de epóxido de aproximadamente 2.200 mmol/kg y un peso molecular de 900 g/mol, y es sólida a la temperatura ambiente. H2 tiene un valor de epóxido de 5.400 mmol/kg y un peso molecular de < 700 g/mol y es líquida a la temperatura ambiente. La concentración de H1 en la dispersión es de 8,4 % en peso. La concentración de H2 en la dispersión es de 6,9 % en peso. La duración de la permanencia del hilo en la dispersión es de 12 segundos. El hilo infiltrado con H1 y H2 es secado a una temperatura descendente desde 250 hasta 140 °C y tiene después de la desecación, referido a su peso total, de 1,2 a 1,4 % en peso de H1+H2.

20 Inmediatamente a continuación, el hilo infiltrado con H1 y H2 es conducido a través de un segundo baño que contiene una resina epoxídica de bisfenol A y epiclorhidrina con un intervalo de fusión de 120 a 130 °C, con una media numérica del peso molecular de 2.870 g/mol y con un valor de epóxido de 515 mmol/kg. El medio dispersante se compone de una mezcla de 76 % en peso de agua y de 24 % en peso de 2-propoxi-etanol. La concentración de la resina epoxídica en el baño es de 4 % en peso. El período de tiempo de permanencia del hilo en el segundo baño es de unos pocos segundos. Después de haber abandonado el baño, el hilo, que ahora está infiltrado también con H3, es secado, conduciéndolo en primer lugar a través de un aparato secador dispuesto verticalmente con 300 °C y a continuación a través de un aparato secador dispuesto horizontalmente con 330 °C. Resulta un hilo con 4,3 % en peso de resinas infiltradas H1+H2+H3, teniendo las resinas infiltradas un valor de epóxido de 1.300 mmol/kg.

Ejemplo 2: Producción de una preforma

30 El hilo revestido en el Ejemplo 5 es enrollado sobre una placa metálica, cuyas dos superficies (con unas dimensiones de 280 x 300 mm²) están cubiertas con sendas láminas separadoras, con una instalación de enrollamiento de laboratorio (velocidad del hilo 23,1 mm/s, fuerza de tracción en el hilo 400 cN) en cada caso hasta llegar al borde de la placa metálica. Primeramente, por ambos lados de la placa metálica se produce una capa de arrollamiento (peso por unidad de superficie de fibras 267 g/m²) con una orientación de 90 ° con respecto al eje de arrollamiento. Luego, la placa metálica es hecha girar en 90 ° de tal manera que la capa de arrollamiento ya presente esté situada paralelamente al eje de arrollamiento. En la siguiente etapa, con unas condiciones de arrollamiento idénticas, sobre la capa de arrollamiento ya presente se aplica otra capa de arrollamiento con una orientación de 90 ° con respecto al eje de arrollamiento. De este modo resulta por ambos lados de la placa metálica en cada caso una estructura estratificada con una capa de hilos de 0 ° y una capa de hilos de 90 °. El proceso de arrollamiento precedentemente descrito es repetido tantas veces hasta que sobre los dos lados de base de la placa metálica estén dispuestas unas sobre otras en cada caso cuatro capas de arrollamientos, que tienen alternadamente una capa de hilos de 0 ° y una capa de hilos de 90 °.

45 A continuación las capas de arrollamiento son cubiertos por los dos lados de base de la placa metálica en cada caso con una lámina separadora. Después de ello, la placa metálica es atemperada completamente con ambos arrollamientos en cada caso de cuatro capas y con las láminas de separación en una prensa durante 1 h a una presión superficial de 2 bares y a una temperatura de 125 °C.

50 El cuerpo prensado resultante se puede enfriar hasta por debajo del punto de fusión de la resina. Después de esto los dos paquetes de arrollamientos son recortados y separados unos de otros junto a las superficies frontales de la placa metálica, y se retiran las cuatro láminas de separación. De esta manera resultan dos cuerpos moldeados estables en su forma en cada caso con una estructura de cuatro capas alternadamente de 0 ° y de 90 °, es decir con una disposición bidireccional de los hilos.

Ejemplo 3: Producción de un cuerpo compuesto

5 La preforma producida en el Ejemplo 2 es recortada a un tamaño de 200 x 200 mm y, junto con una resina RTM6 de la entidad Hexcel, que previamente había sido calentada a 80 °C y aplicada en una cantidad tal que puede resultar un cuerpo compuesto con una proporción en volumen de fibras de 60 %, es elaborada de un modo usual para dar un cuerpo compuesto con una estructura de hilos de cuatro capas, con una constitución alternada de hilos de 0 ° y 90 °. El cuerpo compuesto es idéntico en su forma a la preforma empleada.

Ejemplo 4: Producción de una preforma con disposición biaxial de los hilos

10 El hilo producido en el Ejemplo 1 es aportado en común con un hilo de filamentos de fibras de carbono patrón obtenible bajo la denominación Tenax HTA 5131 400tex f6000 t0 de la entidad Tenax Fibers GmbH, Alemania, a un proceso de tendido biaxial, siendo uno de cada cuatro hilos situados paralelamente un hilo del Ejemplo 1. La disposición biaxial tiene la siguiente configuración:

- En la primera capa, los hilos de filamentos de fibras de carbono patrones y los hilos del Ejemplo 1 tienen un ángulo de más 45 ° con respecto a la dirección de producción.
- 15 - En la segunda capa, que se encuentra directamente sobre la primera capa, los hilos filamentosos de fibras de carbono normales y los hilos del Ejemplo 1 tienen un ángulo de menos 45 ° con respecto a la dirección de producción.

20 La resultante configuración es calentada durante 2 minutos a 125 °C mediante contacto con una calandria calefactora calentada a 145 °C y a continuación es enfriada a la temperatura ambiente, con lo cual resulta una estructura laminar textil solidificada (preforma en el estado A). Un cuerpo compuesto producido como en el Ejemplo 3 con una proporción en volumen de fibras de 60 %, muestra en cada caso en la dirección principal de las fibras una resistencia a la tracción de 1.100 MPa y un módulo de tracción de 70,5 GPa.

Ejemplo 5: Producción de una preforma con una disposición tridimensional de los hilos

25 La preforma producida en el Ejemplo 4, en el estado A, es conformada con una herramienta conformada esféricamente, a una forma semiesférica con un diámetro de 150 mm que se compone de una matriz hembra y de una matriz macho en una prensa durante una hora con una presión superficial de 2 bares y con una temperatura de la herramienta de 125 °C de manera correspondiente a la geometría de la herramienta. Después de haber enfriado a la temperatura ambiente, la preforma resultante tiene una forma semiesférica.

REIVINDICACIONES

1. Un hilo que se compone de filamentos de fibras de refuerzo y de una resina infiltrada en el hilo, que es fusible múltiples veces y es transformable en el estado sólido por enfriamiento a la temperatura ambiente, estando los filamentos del hilo unidos por lo menos parcialmente a través de la resina, teniendo el hilo, referido a su peso total, de 2,5 a 25 % en peso de la resina infiltrada, siendo los filamentos de fibras de refuerzo unos filamentos de carbono previamente tratados por métodos electroquímicos, conteniendo la resina infiltrada por lo menos dos resinas de bisfenol A y epiclorhidrina H1 y H2 en una relación ponderal H1:H2 de 1,1 a 1,4, teniendo H1 un valor de epóxido de 1.850 a 2.400 mmol/kg y un peso molecular de 800 a 1.000 g/mol y siendo sólida a la temperatura ambiente, y teniendo H2 un valor de epóxido de 5.000 a 5.600 mmol/kg y un peso molecular de < 700 g/mol y siendo líquida a la temperatura ambiente, conteniendo la resina infiltrada adicionalmente una tercera resina H3, que es una resina epoxídica de bisfenol A y epiclorhidrina con un valor de epóxido de 450 a 650 mmol/kg, una media numérica del peso molecular de 2.800 a 3.000 g/mol y un intervalo de fusión de 110 a 130 °C, y teniendo el hilo, referido a su peso total, en total de 0,5 a 1,7 % en peso de H1 y H2 y de 2,3 a 5,5 % en peso de H3.
2. Hilo de acuerdo con la reivindicación 1, teniendo el hilo, referido a su peso total, de 3 a 10 % en peso de una resina infiltrada.
3. Hilo de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, cuyos filamentos de fibras de refuerzo son filamentos de carbono que se habían obtenido a partir de productos previos para la producción de pez, poli(acrilonitrilo) o viscosa.
4. Utilización del hilo de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 hasta 3 para la producción de una preforma.
5. Preforma que comprende hilos de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 hasta 3, estando los hilos unidos entre sí a través de la resina infiltrada en unos sitios de contacto recíproco.
6. Preforma de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada porque los hilos están dispuestos unidireccionalmente.
7. Preforma de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada porque los hilos están dispuestos bi-, tri- o multidireccionalmente.
8. Preforma de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada porque los hilos se presentan como hilos cortos.
9. Procedimiento para la producción de una preforma de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 5 hasta 8, que comprende las etapas de
 - a) disponer previamente un hilo de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 hasta 3,
 - b) disponer el hilo en una configuración, que corresponde a la configuración de la preforma deseada,
 - c) calentar la configuración resultante en la etapa b) a una temperatura situada por encima del punto de fusión de la resina infiltrada en el hilo, y
 - d) enfriar la configuración resultante en la etapa c) hasta por lo menos por debajo del punto de fusión de la resina.
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque en la etapa c) la configuración resultante en la etapa b) es comprimida simultáneamente con el calentamiento.
11. Utilización de la preforma de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 5 hasta 8, para la producción de un cuerpo compuesto que comprende una matriz, que se selecciona entre uno de los conjuntos de los polímeros, los metales, los materiales cerámicos, los materiales que fraguan hidráulicamente y carbono.
12. Utilización de la preforma producida de acuerdo con el procedimiento de la reivindicación 9 ó 10 o de la preforma que resulta de la utilización de la reivindicación 4, para la producción de un cuerpo compuesto que comprende una matriz, que se selecciona entre uno de los conjuntos formados por los polímeros, los metales, los materiales cerámicos, los materiales que fraguan hidráulicamente y carbono.