

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 465 233**

51 Int. Cl.:

<b>B29C 70/18</b>	(2006.01) <b>D04B 21/16</b>	(2006.01)
<b>B29C 70/50</b>	(2006.01) <b>D04H 3/045</b>	(2012.01)
<b>B29C 70/20</b>	(2006.01) <b>D04H 3/147</b>	(2012.01)
<b>B29B 11/16</b>	(2006.01) <b>D04H 3/153</b>	(2012.01)
<b>B23B 7/10</b>	(2006.01) <b>B29B 15/10</b>	(2006.01)
<b>B29B 15/12</b>	(2006.01) <b>B29K 63/00</b>	(2006.01)
<b>B32B 5/12</b>	(2006.01) <b>B29K 77/00</b>	(2006.01)
<b>B32B 5/26</b>	(2006.01) <b>B29K 105/08</b>	(2006.01)
<b>D01F 6/66</b>	(2006.01) <b>B29K 101/12</b>	(2006.01)
<b>D04B 21/14</b>	(2006.01) <b>C08J 5/24</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2011 E 11707424 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014 EP 2547510**

54 Título: **Estructuras estratificadas multiaxiales, que poseen velos de polímeros y preforma para la fabricación de elementos compuestos**

30 Prioridad:

**18.03.2010 EP 10002870**

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

**05.06.2014**

73 Titular/es:

**TOHO TENAX EUROPE GMBH (100.0%)  
Kasinostrasse 19-21  
42103 Wuppertal, DE**

72 Inventor/es:

**WOCKATZ, RONNY**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 465 233 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

Estructuras estratificadas multiaxiales, que poseen velos de polímeros y preforma para la fabricación de elementos compuestos

5 El invento se refiere a una estructura estratificada de al menos dos capas dispuestas una encima de la otra de hilos multifilamento de refuerzo, poseyendo la estructura estratificada sobre y/o entre las capas de hilos multifilamento de refuerzo al menos una capa de un velo de material polímero termoplástico.

El invento se refiere, además, un preforma para la fabricación de elementos de construcción de materiales compuestos.

10 Las estructuras estratificadas de fibras o de hilos de refuerzo se conocen desde hace tiempo en el mercado. Para ellas se utilizan con frecuencia estructuras estratificadas multiaxiales, que poseen una estructura formada por varias capas de hilos superpuestas, estando formadas las capas de hilos por grupos de hilos de refuerzo dispuestos paralelos entre sí. Las capas de hilos se superponen de tal modo, que las fibras de refuerzo de las capas estén orientadas paralelas entre sí o se crucen alternativamente. Los ángulos pueden ser elegidos casi arbitrariamente. Usualmente se eligen, sin embargo, para las estructuras estratificadas multiaxiales ángulos de 0°, 90°, más o menos 15 25°, más o menos 30° o más o menos 45° y la estructura se elige de tal modo, que se obtenga una construcción simétrica con relación a la dirección de grado cero.

Las estructuras estratificadas como las estructuras estratificadas multiaxiales mencionadas se pueden utilizar debido a su construcción para la fabricación de estructuras complejas. Para ello se colocan las estructuras estratificadas sin material de matriz en un molde y se adaptan al contorno de él. Con ello se obtiene una preforma a la que se 20 incorpora a continuación por infusión o por inyección, pero también con la aplicación de un vacío el material de la matriz necesario para la fabricación del elemento de construcción compuesto. Los procedimientos conocidos son el "Liquid Molding" (procedimiento LM) o los procedimientos similares, como por ejemplo el "Resin Transfer Molding" (RTM), "Vakuum Assisted Resin Transfer Molding" (VARTM), "Resin Film Infusion (RFI)", "Liquid Resin Infusion" (LRI) o "Resin infusion Flexible Tooling" (RIFT).

25 Los elementos de construcción compuestos de fibra fabricados con las estructuras estratificadas de esta clase de fibras de refuerzo se prestan de manera excelente para contrarrestar directamente las fuerzas transmitidas desde las direcciones de las fuerzas del elemento de construcción y procurar así una mayor resistencia. La adaptación en las estructuras estratificadas multiaxiales desde el punto de vista de la densidad de las fibras y del ángulo de las 30 fibras en las direcciones de los esfuerzos existentes en el elemento de construcción hace posible pesos específicos pequeños.

Las capas de hilos mutuamente superpuestas pueden ser unidas entre sí y fijadas mutuamente por medio de una gran cantidad de hilos de cosido o de tricotado, que forman mallas dispuestas una al lado de la otra y que se extienden paralelas entre sí, de manera, que la estructura estratificada es estabilizada así. Los hilos de cosido o de tricotado forman en este caso la dirección de cero grados de la estructura estratificada multiaxial. Estas estructuras 35 estratificadas multiaxiales se pueden fabricar con máquinas de formación de urdimbre o máquinas de cosido y tricotado, por ejemplo con las máquinas LIBA o las máquina Karl Meyer conocidas para el técnico. Las estructuras estratificadas multiaxiales unidas con hilos de cosido o de tricotado y su fabricación se describe por ejemplo en los documentos DE 102 52 671 C1, DE 199 13 647 B4, WO 98/10128 o EP 0 361 796 A1.

40 El documento EP 1 352 118 A1 divulga una estructura estratificada multiaxial en la que las capas de fibras de refuerzo se mantienen unidas por medio de hilos de cosido fusibles, que hacen posible una gran capacidad de deformación de las estructuras estratificadas multiaxiales por encima de la temperatura de fusión de los hilos de cosido y una estabilización de la forma después del enfriamiento. Con frecuencia se utilizan hilos de cosido de polímeros termoplásticos, como por ejemplo poliamida o poliéster, como se divulga por ejemplo en el documento EP 1 057 605.

45 En el documento US 2005/0164578 se describe un producto previo para una preforma (Preform) para un material compuesto, que posee al menos una capa de un tejido de fibras de refuerzo y en el que en al menos una de las capas se integran fibras para la estabilización, que estabilizan la preforma, cuando se expone a temperaturas altas y que se disuelven en la matriz de resina utilizada después para la fabricación del elemento de construcción compuesto. También el documento WO02/16481 divulga estructuras de fibras de refuerzo por ejemplo para 50 preformas, conteniendo las estructuras elementos polímeros flexibles, que se incorporan en forma de fibras entre las fibras de refuerzo o que unen entre sí las fibras de refuerzo en calidad de hilos de cosido. Los elementos polímeros flexibles se componen de un material soluble en el material de la matriz curable.

De acuerdo con el documento DE 198 09 264 A1 se pueden disponer entre las capas de fibras de refuerzo cosidas entre sí de las disposiciones de estructuras estratificadas de fibras divulgadas en él velos de encolado de polímeros 55 termoplásticos. Con estos velos de encolado por fusión se puede transformar, cuando se calientan por encima de la temperatura de fusión del polímero, que constituye este velo, la disposición de estructuras estratificadas de manera sencilla en estructuras tridimensionales, que después del enfriamiento conservan su forma prácticamente sin fuerzas de reposición.

En parte también se colocan entre las capas de hilos de fibras de refuerzo esteras o velos de fibras desorientadas o estructuras estratificadas de fibra cortada, para mejorar por ejemplo la capacidad de impregnación de las estructuras estratificadas o para mejorar por ejemplo la resistencia a impacto. Estas estructuras estratificadas multiaxiales, que poseen capas intermedias con forma de esteras se describen por ejemplo en el documento DE 35 35 272 C2 o US 2007/0202762, divulgando para los velos, respectivamente la esteras del documento DE 35 35 272 C2 pesos por unidad de superficie entre 100 y 1200 g/m<sup>2</sup> y en el documento US 2007/0202762 pesos por unidad de superficie de 40 g/m<sup>2</sup> y 161 g/m<sup>2</sup>.

El documento EP 1 473 132 tiene por objeto estructuras estratificadas multiaxiales, respectivamente un procedimiento para la fabricación de estas estructuras estratificadas multiaxiales así como de las preformas fabricadas con las estructuras estratificadas multiaxiales. Las estructuras estratificadas multiaxiales allí descritas poseen entre las capas de fibras de refuerzo dispuestas unidireccionalmente capas intermedias de fibras termoplásticas, pudiendo ser las capas intermedias velos de fibras de dos componentes o velos híbridos de diferentes fibras mezcladas entre sí. El polímero, que forma la capa intermedia debe ser compatible con la matriz de resina inyectada después en la preforma. En especial se expone, que las capas intermedias deben ser permeables a la resina de la matriz durante la infusión de la resina y que deben fijar las capas de refuerzo durante la infusión de la resina y después de ella. En el caso de la utilización de resinas de epóxido se construyen los velos con fibras de poliamida. Los velos pueden ser unidos con las capas de fibras de refuerzo con máquinas de tricotado o por un encolado de fusión.,

También el documento EP 1 772 258 divulga una estructura laminada para la fabricación de piezas de material plástico reforzado con fibras. Estas estructuras laminadas poseen una capa de velo con pesos por unidad de superficie de 100 a 500 g/m<sup>2</sup> como capa central y al menos una capa de cierre de fibras de refuerzo. La capa de velo es por ejemplo una mezcla de fibras formada por fibras soporte y fibras termoplásticas de unión y el punto de fusión de las fibras de unión es inferior al de las fibras soporte. Bajo tratamiento con calor con una temperatura superior al punto de fusión de las fibras de unión e inferior al punto de fusión de las fibras soporte se consigue según el documento EP 1 772 258 una consolidación térmica de la capa de velo y con ello un a resistencia interior y una estabilidad de dimensiones mayor de la capa de velo. La capa de velo garantiza al mismo tiempo una elevada permeabilidad durante la infiltración de la resina de la matriz.

El documento US 2008/0289743 A1 divulga estructuras estratificadas multiaxiales de capas dispuestas alternativamente de fibras de refuerzo y de velos de fibras termoplásticas como capa intermedia, disponiendo las capas intermedias entre las capas de refuerzo y uniéndolas con estas por medio de mallas de tricotado o de un encolado por fusión. En una forma de ejecución se pueden construir los velos con dos o más materiales y ser con ello velos híbridos o velos de dos componentes, de tres componentes, etc. De acuerdo con una forma de ejecución especial se puede tratar de un velo de fibras envolventes del núcleo con un núcleo de poliamida y una envolvente de poliuretano. Estos velos sirven para fijar las fibras de refuerzo dispuestas unidireccionalmente y para garantizar el flujo de la resina durante la infiltración de esta. En una forma de ejecución preferida se debe proceder al curado con temperaturas inferiores a la temperatura de fusión de las fibras termoplásticas de las capas intermedias.

Un inconveniente de las estructuras estratificadas del estado de la técnica descritas en lo que antecede es la cantidad relativamente grande de material, que no se compone de fibras de refuerzo y que, por ello, no contribuye a la resistencia del elemento de construcción resultante. El material de la matriz tiene que ser referido a la cantidad total de fibras de refuerzo y de velo, de manera, que, referido al volumen del elemento de construcción, resulta una cantidad menor de fibras de refuerzo en el elemento de construcción y con ello también resistencias menores.

El documento EP 1 705 269 divulga un material termoplástico de fibra de un polihidroxieté, que se puede utilizar por ejemplo en estructuras estratificadas multiaxiales de fibras de refuerzo, por ejemplo como material no tejido entre las capas de fibras de refuerzo. El polihidroxieté se vuelve viscoso y pegajoso bajo la acción del calor, de manera, que es posible obtener la fijación de las fibras de refuerzo en una disposición geométrica definida antes de su encapsulado en la matriz. El material fibroso de polihidroxieté se disuelve después completamente en el material de la matriz con una temperatura superior a su temperatura de transformación en vidrio.

En el documento US 2006/0252334 se describen estructuras estratificadas de varias capas de fibras de refuerzo, que, para mejorar la resistencia a impacto de los elementos de construcción fabricados con estas estructuras estratificadas, contienen entre las capas de refuerzo, por ejemplo, velos de material polímero. Las fibras polímeras deben ser en este caso solubles en la resina de la matriz, con lo que según el documento US 2006/0252334 es posible una distribución uniforme del polímero, que forma estas fibras, en la matriz de resina en comparación con materiales termoplástico fusibles insolubles.

Dado que las fibras de las estructuras estratificadas del documento US 2006/0252334 y del documento EP 1 705 269 son solubles en el material de la matriz y se disuelven por lo tanto durante la infiltración de las estructuras estratificadas con la resina de la matriz, no se garantiza suficientemente una fijación segura de las capas de refuerzo en esta fase de la fabricación de elementos de construcción.

Por ello existe la necesidad de estructuras estratificadas a base de fibras de refuerzo, que posean una capacidad de confección y una estabilidad de formas buenas después del conformado e n preformas así como una buena

permeabilidad durante la infiltración de las resinas de la matriz. Al mismo tiempo, los elementos de construcción fabricados con estas estructuras estratificadas deben poseer valores de resistencia elevados, en especial con esfuerzos de presión y una elevada resistencia a impacto.

El presente invento se basa por ello en el problema de crear estructuras estratificadas de esta clase.

- 5 El problema se soluciona con una estructura estratificada de al menos dos capas dispuestas una encima de la otra de hilos multifilamento de refuerzo dispuestos paralelos uno al lado de otro, poseyendo la estructura estratificada sobre y/o entre las capas de hilos multifilamento de refuerzo al menos una capa de un velo de material polímero termoplástico y comprendiendo el velo un primer componente polímero y un segundo componente polímero cuyas temperaturas de fusión se hallan por debajo de la temperatura de fusión o de descomposición de los hilos de refuerzo, caracterizado por que el primer componente polímero posee una temperatura de fusión más baja que el segundo componente polímero y por que el primer componente polímero es soluble en resinas de matriz de epóxido, de éster de cianato o de benzoxacina o en mezclas de estas resinas de matriz y que el segundo componente no es soluble en resinas de matriz de epóxido, de éster de cianato o de benzoxacina o en mezclas de estas resinas de matriz.
- 10
- 15 El primer componente polímero posee con preferencia una temperatura de fusión en el margen de 80 a 135 °C y segundo componente polímero una temperatura de fusión entre 140 y 250 °C.

La estructura estratificada según el invento se caracteriza, debido a su construcción específica, por una buena capacidad de confección y de fijación de las capas de estructura estratificada en la preforma, por una buena permeabilidad durante la infiltración con la resina de la matriz así como por el hecho de que con ella se pueden fabricar elementos de construcción con elevadas resistencias mecánicas y con una gran resistencia a impacto. Debido a la al menos una capa de velo de la combinación según el invento de polímeros se puede obtener por medio de un calentamiento hasta la temperatura de fusión del primer componente polímero una movilidad mutua de las capas de la estructura estratificada. El primer componente del velo fundido actúa en cierto modo como lubricante, de manera, que las capas de hilos de refuerzo se pueda n deslizar durante el proceso de conformado hacia la posición deseada en la preforma. El primer componente polímero actúa entonces, cuando se enfría la preforma como cola de fusión y fija las capas de refuerzo en su posición.

20

25

En la infiltración ulterior de la construcción de la estructura estratificada con resina de matriz, que generalmente tiene lugar con temperaturas superiores a la temperatura de fusión del primer componente, pero inferior a la temperatura de fusión del segundo componente, se garantiza con el segundo componente polímero con un punto de fusión más alto del al menos un velo según el invento una buena permeabilidad para la resina de la matriz. Por el contrario, el segundo componente polímero se disuelve en la resina de la matriz y pierde así su identidad como fase autónoma frente a la resina de la matriz. La cantidad del primer componente polímero debe ser contabilizada como material de la matriz y la cantidad de resina de la matriz a infiltrar puede ser reducida en la cantidad del primer componente polímero. A consecuencia de ello se pueden ajustar en el elemento de construcción resultante volúmenes de fibra altos de las fibras de refuerzo y con ello se puede mantener el nivel de los valores de resistencia mecánica en un nivel alto.

30

35

El velo utilizado en la estructura estratificada según el invento puede estar formado en este caso por una mezcla de fibras de monocomponentes con distintas temperaturas de fusión, es decir, que puede ser un velo híbrido. Sin embargo, el velo también se puede componer de fibra de dos componentes, por ejemplo de fibras de la envolvente del núcleo, siendo configurado el núcleo con un polímero con un punto de fusión alto y la envolvente con un polímero con un punto de fusión más bajo. Análogamente a un velo de fibras de dos componentes también se puede construir el velo, por ejemplo, con una capa de fibras desorientadas, siendo aplicado el primer componente por pulverización o por recubrimiento sobre las fibras del segundo componente polímero. El recubrimiento puede tener lugar por ejemplo por medio de un impregnado con una dispersión o solución del primer componente polímero, eliminando después del impregnado la fracción líquida, respectivamente el disolvente de la dispersión. Igualmente es posible, que un velo construido con fibras del segundo componente polímero contenga el primer componente polímero en forma de partículas finas alojadas entre las fibras del segundo componente polímero. El velo es con preferencia un velo híbrido. En este caso resulta ventajoso, que el velo contenga el primer componente polímero en una cantidad del, 2 a 40 % en peso y el segundo componente polímero en una cantidad del 60 al 98 % en peso. Esta fracción del primer componente polímero se halla con preferencia en el margen de 5 a 35 % en peso y la fracción del segundo componente polímero en el margen de 65 a 95 % en peso. En otra forma de ejecución preferida contiene el velo el primer componente polímero en una cantidad del 20 al 40 % en peso y el segundo componente polímero en una cantidad del 60 a 80 % en peso.

40

45

50

Con la temperatura de curado de la resina de la matriz, es decir la resina de epóxido, de éster de cianato o de benzoxacina, el primer componente polímero reacciona en la forma de ejecución preferida químicamente con la resina de la matriz por medio de reacciones de reticulación y se convierte así en parte integral de una matriz homogénea. Por ello, el primer componente polímero es con preferencia una resina de matriz de epóxido, de éster de cianato o de benzoxacina, que reacciona a través de reacciones de reticulación. El primer componente polímero es con especial preferencia un polihidroxiéter. los polihidroxiéteres de esta clase se describen por ejemplo en el documento EP 1 705 269 a cuya divulgación se remite de manera especial.

55

60

El segundo componente polímero posee según el invento una temperatura de fusión más alta que el primer componente polímero. El segundo componente polímero funde con preferencia con la temperatura de curado de la resina utilizada para la matriz o con temperaturas en el margen entre la temperatura del primer componente polímero y la temperatura de curado de la resina de la matriz. De esta manera también se incorpora el segundo componente polímero al material de la matriz, pero a diferencia del primer componente polímero en la resina curada de la matriz forma una fase propia. Esta fase creada por el segundo componente polímero contribuye a limitar durante el curado y en el ulterior elemento de construcción la propagación de grietas y contribuye así de manera decisiva por ejemplo a incrementa la resistencia a impacto.

Como segundo componente polímero del velo utilizado en la estructura estratificada según el invento se pueden utilizar los polímeros usuales transformables en hilos termoplásticos, siempre que cumplan las condiciones de los requerimientos, como por ejemplo poliamidas, poliimidias, poliéster, polibutadieno, poliuretanos, polipropilenos, poliéterimidias, polisulfonas, poliétersulfonas, polifenilensulfonas, polifenilensulfuros, poliétercetonas, poliéteretercetonas, poliarilamidas, policetonas, polifitalamidas, polifenilenéter, polibutilenterfetalatos o polietilenterfetalatos o copolímeros o mezclas de estos polímeros.

Desde el punto de vista de las resinas de la matriz mencionadas más arriba se prefiere que el segundo componente polímero sea un homopolímero de poliamida o un copolímero de poliamida o una mezcla de homopolímeros de poliamida y/o los copolímeros de poliamida. El homopolímero o el copolímero de poliamida es con preferencia poliamida 6, poliamida 6.6, poliamida 6.12, poliamida 11, poliamida 12 o un copolímero a base de poliamida 6/12.

Desde el punto de vista de una homogeneización de las propiedades del material por medio del grueso de la estructura estratificada es ventajoso, que en la estructura estratificada según el invento se disponga una capa de velo entre cada capa de hilos multifilamento de refuerzo. Desde el punto de vista de las propiedades de los elementos de construcción fabricados con la estructura estratificada según el invento y desde el punto de vista de un nivel lo más alto posible de los valores característicos de las propiedades mecánicas se prefiere igualmente, que el velo posea un peso por unidad de superficie en el margen de 5 a 25 g/m<sup>2</sup>. El peso por unidad de superficie se halla de manera especialmente preferida en el margen de 6 a 20 g/m<sup>2</sup>.

En la estructura estratificada según el invento se pueden utilizar como fibras de refuerzo las fibras de refuerzo, respectivamente los hilos de refuerzo utilizados usualmente para la fabricación de materiales compuestos reforzados con fibras. Con preferencia se trata en el caso de hilos multifilamento de refuerzo de hilos de fibra de carbono, de fibra de vidrio o de aramida o de hilos de politetileno UHMV con un estiramiento alto y de manera especialmente preferida de hilos de carbono.

Desde el punto de vista de un nivel alto de las propiedades mecánicas en el elemento de construcción resultante es ventajoso, que los hilos de refuerzo se dispongan en el interior de una capa de hilos multifilamento de refuerzo paralelos y adosados entre sí. Con ello se pueden obtener volúmenes de fibra grandes y se pueden evitar zonas con una cantidad de fibras pequeña en el elemento de construcción.

En otra forma de ejecución preferida forman los hilos de refuerzo de las capas superpuestas entre sí un ángulo en una vista perpendicular al plano de la capa. Con ello es posible proceder a una adaptación de la orientación en relación con las direcciones de los esfuerzos en el ulterior elemento de construcción y tener en cuenta las resistencias necesarias en estas direcciones de los esfuerzos. En este caso es ventajoso, que las capas de hilos de refuerzo se dispongan alternándose con ángulos definidos con relación a la dirección de cero grados de tal modo, que se obtenga una construcción simétrica o casi isotropa. La estructura estratificada según el invento puede poseer así, por ejemplo, una construcción con una capa de +45°, una de -45°, una de +45° y una de -45° es decir, en el caso de los hilos de refuerzo dispuestos unidireccionalmente en el interior de las diferentes capas, un ángulo de +45°, -45°, +45°, -45° con relación a la dirección de cero grados. Usualmente se hallan en las estructuras estratificadas multiaxiales de esta clase ángulos  $\alpha$  en el margen de  $\pm 20^\circ$  a aproximadamente  $\pm 80^\circ$ . Los ángulos  $\alpha$  típicos son  $\pm 25^\circ$ ,  $\pm 30^\circ$ ,  $\pm 45^\circ$  y  $\pm 60^\circ$ .

Para tener también en cuenta otras direcciones de los esfuerzos en el elemento de construcción ulterior, la estructura estratificada según el invento también comprende con preferencia capas de hilos multifilamento de refuerzo, en las que los hilos de refuerzo forman con relación de la dirección de grado cero un ángulo de 0° y/o capas en las que los hilos de refuerzo forman un ángulo de 90° relación a la dirección de grado cero. Estas capas de 0°, respectivamente de 90° se hallan con preferencia entre las capas orientadas con un ángulo  $\alpha$ . Sin embargo, también es posible una construcción con, por ejemplo, las siguientes direcciones: 90°, +30°, -30°, 0°, -30°, +30°, 90°, es decir una construcción en la que las capas exteriores están formadas por capas a 90°.

En la estructura estratificada según el invento se pueden componer los hilos multifilamento de refuerzo de tejidos unidireccionales prefabricados con hilos multifilamento de refuerzo. En el caso de estos tejidos unidireccionales se unen entre sí los hilos de refuerzo dispuestos paralelos entre sí, que forman las distintas capas, con urdimbres de hilos de ligamento sueltos, que se extienden esencialmente en sentido transversal a los hilos de refuerzo. Estos tejidos unidireccionales se describen por ejemplo de el documento EP 0 193 479 B1 o EP 0 672 776, a cuya divulgación se remite aquí expresamente.

Para obtener en las estructuras estratificadas según el invento, es especial durante la inyección de la resina, una mayor estabilidad y, por ejemplo, para evitar un desplazamiento no deseado de las capas de refuerzo están unidas entre sí en una forma de ejecución preferida del invento las capas de hilos multifilamento de refuerzo y la al menos una capa de velo por medio de hilos de cosido o de hilos de cosido y tricotado, que se extienden paralelos entre sí y separados una puntada, que formen mallas y que se fijan mutuamente. Los hilos de cosido definen en este caso la dirección de grado cero de la estructura estratificada.

Las diferentes capas de hilos multifilamento de refuerzo de las estructuras estratificadas según el invento se pueden fabricar por medio de los métodos y los aparatos usuales y pueden ser depositadas superpuestas con ángulos definidos con relación a la dirección de grado cero. Como ya se expuso, las máquinas conocidas en este campo son las máquina LIBA o las máquinas Karl Meyer. Con ello también se pueden posicionar los hilos de refuerzo entre si dentro de las capas de tal modo, que queden adosadas entre sí, es decir, que esencialmente se disponen una al lado de otra sin intersticios.

Como hilos de cosido entran en consideración los hilos utilizados usualmente para la fabricación de estructuras estratificadas de hilos. En el marco del presente invento se entienden también como hilos de cosido los hilos, que no se incorporan a la estructura estratificada multiaxial según el invento por medio de un cosido, sino por medio de otros procesos textiles formadores de mallas, como en especial los procesos de tricotado. Las mallas por medio de las que los hilos de cosido unen entre sí las capas de la estructura estratificada multiaxial, pueden poseer los tipos de ligamento usuales en las estructuras estratificadas multiaxiales, es decir ligamentos para tricot o para franjas. Con preferencia se utiliza un ligamento para franjas.

Los hilos de cosido son con preferencia hilos multifilamento. En este caso se pueden utilizar aquellos hilos de cosido, que se fundan durante la ulterior inyección de la resina, por ejemplo por encima de la temperatura de inyección de la resina, pero por debajo de la temperatura de curado de la resina utilizada. Los hilos también pueden ser fusibles con la propia temperatura de curado. Los hilos de cosido también pueden ser hilos, que se disuelvan en la resina de la matriz, por ejemplo durante su inyección o también durante su curado. Estos hilos de cosido se describen por ejemplo en los documentos DE 199 25 588, EP 1 057 605 o US 6 890 476, a cuyas divulgaciones relacionadas con ello se remite expresamente. Los hilos de cosido se componen con preferencia de poliamida, poliaramida, poliéster, poliacrilo, polihidroxiéter o de copolímeros de estos polímeros. Los hilos de cosido son con especial preferencia hilos multifilamento de poliéster, poliamida o polihidroxiéter o de copolímeros de estos polímeros.

Es ventajoso, que los hilos de cosido posean a temperatura ambiente alargamientos de rotura  $\geq 50 \%$ . Con el elevado alargamiento de rotura se puede obtener una capacidad de confección mejorada de las estructuras estratificadas multiaxiales según el invento, con lo que también es posible realizar estructuras, respectivamente elementos de construcción complejos.

En una forma de ejecución especial de las estructuras estratificadas según en invento cosidas entre sí poseen los hilos de cosido un título en el margen de 10 a 35 dtex. Se comprobó, que mejora en especial de manera manifiesta la resistencia a esfuerzos de compresión, cuando el título de los hilos de cosido en la estructura estratificada se halla en el margen mencionado. Esto se atribuye a que al utilizar estos hilos de cosido se homogeiniza de manera manifiesta la disposición de las diferentes capas de hilos con relación a las estructuras estratificadas multiaxiales conocidas. En especial se comprobó, que los filamentos de los hilos de refuerzo poseen un tendido más rectilíneo que en el caso de las estructuras estratificadas del estado de la técnica. Los hilos de cosido poseen con especial preferencia un título en el margen de 10 a 30 dtex y con especial preferencia en el margen de 15 a 25 dtex.

Como ya se expuso, los hilos de cosido forman mallas y definen la dirección de grado cero de la estructura estratificada. En el caso de que los hilos de refuerzo de la capa se dispongan simétricamente con relación a la dirección de grado cero de la estructura estratificada y, referido a la dirección de su extensión, formen un ángulo  $\alpha$  con la dirección de grado cero distinto de  $90^\circ$  y distinto de  $0^\circ$ , se comprobó, además, desde el punto de vista de la resistencia a esfuerzos de compresión y/o a esfuerzos de impacto de los elementos de construcción de material compuesto fabricados con las estructuras estratificadas multiaxiales según el invento, que, sorprendentemente, se obtiene un nivel de resistencia especialmente bueno, cuando la longitud  $s$  de la puntada de las mallas formadas por los hilos de cosido satisface en función del ancho  $w$  de la puntada así como del ángulo  $\alpha_1$  de los hilos de refuerzo en la estructura estratificada multiaxial según el invento las siguientes relaciones (I) y (II):

$$2 \text{ mm} \leq s \leq 4 \text{ mm} \quad (\text{I})$$

y

$$s = n \cdot B \cdot \frac{w \cdot |\tan \alpha_1|}{2,3} \quad (\text{II})$$

El factor B puede adoptar valores en el margen de  $0,9 \leq B \leq 1,1$  y n los valores 0,5, 1, 1,5, 2, 3 ó 4, con lo que para valores pequeños de  $w \cdot |\tan \alpha_1| / 2,3$  la longitud s de la puntada se halla en el margen exigido por la relación (I). El ancho w de la puntada, es decir la separación entre los hilos de cosido se debe indicar en mm.

- 5 Bajo ángulo  $\alpha_1$  se entiende el ángulo con relación a la dirección de grado cero con el que los hilos de refuerzo se disponen en la primera capa de la estructura estratificada multiaxial, vista en planta, y cuyos hilos de refuerzo poseen con relación a la dirección de grado cero un ángulo distinto de  $90^\circ$  o de  $0^\circ$ . En el caso de que los hilos de refuerzo de la capa superior o de las capas superiores del estructura estratificada multiaxial posean un ángulo de  $90^\circ$  o de  $0^\circ$  con relación de la dirección de grado cero, debe ser tenida en cuenta la primera capa, cuyos hilos de refuerzo posean un ángulo distinto de  $90^\circ$  o de  $0^\circ$ , dispuesta debajo de esta capa, respectivamente de estas capas.
- 10 En el análisis del esquema de los hilos, es decir de la colocación de las fibras, respectivamente de los filamentos de los hilos multifilamento de refuerzo en las capas de la estructura estratificada se comprobó, que manteniendo las condiciones (I) y (II) resulta una colocación muy uniforme de las fibras con una ondulación manifiestamente reducida de los hilos y con una aparición manifiestamente menor de grietas entre los haces de hilos. Para ello es evidentemente decisivo, que a lo largo de la colocación de un haz de hilos o una mecha de fibras los hilos de cosido
- 15 atraviesan la mecha de fibras en posiciones lo más diversas posibles sobre el ancho de la mecha de fibras. Con los valores ajustados usualmente desde el punto de vista de la longitud de la puntada y del ancho de la puntada exteriormente a los márgenes definidos por las condiciones (I) y (II) se observa, que las puntadas de los hilos de cosido a lo largo de la extensión de los hilos de refuerzo aparecen esencialmente entre las mismas fibras, respectivamente filamentos, respectivamente las mismas zonas de la mecha de fibras, respectivamente del hilo de
- 20 refuerzo. Con ello se produce una ondulación manifiesta en el tendido de los hilos y una formación de grietas entre los filamentos.
- En conjunto se comprobó, que al utilizar los hilos de cosido con un título bajo según el invento y manteniendo las condiciones (I) y (II) mencionadas más arriba se puede reducir, en una vista en planta de las capas de hilos de refuerzo, la desviación de las fibras, denominada también ángulo de ondulación, hasta en aproximadamente un 25
- 25 %. Al mismo tiempo se pueden reducir las superficies de ondulación formadas, es decir las superficies, respectivamente las zonas en las que los filamentos o hilos muestran una desviación, en aproximadamente el 40 %, con lo que se reducen de manera manifiesta los espacios libres entre las fibras, que dan lugar a zonas con una mayor cantidad de resina y una menor resistencia en el elemento de construcción, en especial con esfuerzos de compresión.
- 30 Al mismo tiempo, por medio de microfotografías de los laminados compuestos a base de las estructuras estratificadas multiaxiales según el invento se comprobó, que con la utilización de los hilos de cosido con título bajo según el invento se obtuvo sorprendentemente una homogeneización manifiesta del tendido de los hilos de refuerzo visto en una dirección perpendicular a las capas de hilos de refuerzo y paralela a los hilos de refuerzo. Así por ejemplo, con la utilización de un hilo de cosido con título de 23 dtex se obtuvo un tendido esencialmente rectilíneo de
- 35 los filamentos de los hilos de refuerzo. Cuando se utiliza un hilo de cosido con un título exterior al margen preferido, presentaban ya con un título de 48 dtex todos los filamentos contemplados en la mencionada sección transversal del laminado compuesto un tendido ondulado muy agitado con amplitudes de oscilación del orden de magnitud del grueso de una capa de hilos de refuerzo.
- 40 La longitud de la puntada se puede hallar en este caso en el margen de 2 mm a 4 mm. Con longitudes de la puntada superiores a 4 mm ya no es posible garantizar una estabilidad suficiente del estructura estratificada según el invento. Por el contrario, por debajo de 2 mm se produce una cantidad demasiado grande de puntos defectuosos en la estructura estratificada. Además, la rentabilidad de la fabricación de la estructura estratificada multiaxial decrece en gran medida.
- 45 Las estructuras estratificadas según el invento se caracterizan por una buena capacidad de confección y por una buena permeabilidad a la resina. Además, hacen posible la fabricación de elementos de construcción con una elevada estabilidad frente a esfuerzos de compresión y con un elevada tolerancia frente a esfuerzos de impacto. Por ello se prestan de manera especial para la fabricación de preformas a partir de las que se construyen elementos de construcción compuestos de fibra más complejos. Por ello, el presente invento también atañe en especial a las preformas para la fabricación de elementos de construcción compuestos de fibras, que contengan las estructuras
- 50 estratificadas según el invento.

## REIVINDICACIONES

1. Estructura estratificada de al menos dos capas dispuestas una encima de la otra de hilos multifilamento de refuerzo dispuestos paralelos entre si y uno junto al otro, poseyendo la estructura estratificada sobre y/o entre las capas de hilos multifilamento de refuerzo al menos una capa de un velo de material polímero termoplástico, comprendiendo el velo un primer componente polímero y un segundo componente polímero, cuyas temperaturas de fusión se hallan por debajo de la temperatura de fusión o de descomposición de los hilos de refuerzo, caracterizada por que el primer componente polímero posee una temperatura de fusión más baja que el segundo componente polímero y por que el primer componente polímero es soluble en las resinas de la matriz de epóxido, éster de cianato o benzoxacina y por que el segundo componente polímero no es soluble en las resinas de la matriz de epóxido, éster de cianato o benzoxacina o en mezclas de estas resinas de la matriz.
2. Estructura estratificada según la reivindicación 1, caracterizada por que el primer componente polímero posee una temperatura de fusión en el margen entre 80 y 135 °C y el segundo componente polímero posee una temperatura de fusión en el margen entre 140 y 250 °C.
3. Estructura estratificada según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada por que el velo es un velo híbrido.
4. Estructura estratificada según una o varias de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que el segundo componente polímero es un homopolímero de poliamida o un copolímero de poliamida o una mezcla de homopolímeros de poliamida y/o de copolímeros de poliamida.,
5. Estructura estratificada según la reivindicación 4, caracterizada por que el homopolímero o el copolímero de poliamida es poliamida 6, poliamida 6.6, poliamida 6.12, poliamida 4.6, poliamida 11, poliamida 12 o un copolímero a base de poliamida 6/12.
6. Estructura estratificada según una o varias de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que el primer componente polímero es un polímero, que reacciona químicamente con las resinas de la matriz de epóxido, éster de cianato o benzoxacina durante la reticulación de estas resinas.
7. Estructura estratificada según la reivindicación 6, caracterizada por que el primer componente polímero es un polihidroxietéer.
8. Estructura estratificada según una o varias de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que el velo contiene el primer componente polímero en una cantidad del 2 al 40 % en peso y el segundo componente polímero en una cantidad del 60 al 98 % en peso.
9. Estructura estratificada según una o varias de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que la al menos una capa de velo posee un peso por unidad de superficie en el margen de 5 a 25 g/m<sup>2</sup>.
10. Estructura estratificada según una o varias de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada por que entre cada una de sus capas de hilos multifilamento de refuerzo se dispone una capa de velo.
11. Estructura estratificada según una o varias de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada por que los hilos multifilamentos de refuerzo son hilos de fibras de carbono, de fibras de vidrio o de aramida o hilos de polietileno UHMW con un estiramiento grande.
12. Estructura estratificada según una o varias de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizada por que las capas de hilos multifilamento de refuerzo de la capas dispuestas una encima de la otra forman entre sí, vistas perpendicularmente al plano de la capa, un ángulo.
13. Estructura estratificada según una o varias de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizada por que las capas de hilos multifilamento de refuerzo y la al menos una capa de velo son unidas entre sí por medio de hilos de cosido, que se extienden paralelos y distanciados entre sí.
14. Estructura estratificada según la reivindicación 13, caracterizada por que los hilos de refuerzo se unen entre sí y se fijan mutuamente dentro de una capa así como dentro de capas adyacentes con hilos de cosido distanciados con un ancho w de puntada, formando los hilos de cosido mallas con una longitud s de la puntada, que definen la dirección de grado cero de la estructura estratificada, estando dispuestos los hilos de refuerzo de las capas simétricamente con relación a la dirección de grado cero de la estructura estratificada y, referido al sentido de su extensión, forman un ángulo α con relación a la dirección de grado cero distinto de 90° y distintos de 0°, poseyendo los hilos de cosido un título en el margen de 10 a 35 dtex y satisfaciendo la longitud s de la puntada en función del ancho de la puntada así como del ángulo α<sub>1</sub> de los hilos de refuerzo las relaciones (I) y (II):

$$2 \text{ mm} \leq s \leq 4 \text{ mm} \quad (\text{I})$$

$$s = n \cdot B \cdot \frac{w \cdot |\tan \alpha_1|}{2,3} \quad (\text{II})$$

con

w = ancho de la puntada [mm]

$0,9 \leq B \leq 1,1$  y

n = 0,5; 1; 1,5; 2; 3; ó 4,

5 entendiendo bajo ángulo  $\alpha_1$  el ángulo con relación a la dirección de grado cero con el que los hilos de refuerzo están dispuestos en una vista en planta de la estructura estratificada multiaxial de la primera capa y cuyos hilos de refuerzo forman con la dirección de grado cero un ángulo distinto de  $90^\circ$  y de  $0^\circ$ .

15. Preforma para la fabricación de elementos de construcción de material compuesto, caracterizado por que comprende una estructura estratificada según una o varias de las reivindicaciones 1 a 14.

10