

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 781**

51 Int. Cl.:

B29C 70/08 (2006.01)

B29C 70/88 (2006.01)

B29B 11/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.11.2011 PCT/EP2011/069939**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2012 WO2012072405**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2011 E 11784474 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2646226**

54 Título: **Preforma de fibras de haces de fibras de refuerzo, que presenta haces de fibras unidireccionales y elemento de material compuesto**

30 Prioridad:

02.12.2010 EP 10193489

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

19.06.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WOHLMANN, BERND;
SCHNEIDER, MARKUS;
WÖGINGER, ANDREAS y
OBERWAHRENBROCK, FRANK**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 617 781 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

Preforma de fibras de haces de fibras de refuerzo, que presenta haces de fibras unidireccionales y elemento de material compuesto

5 La presente invención se refiere a una preforma de fibras para la producción de estructuras de compuestos de fibras y/o elementos de materiales compuestos, cuya pared está hecha de fibras de refuerzo, así como un elemento de material compuesto de una preforma de fibras de este tipo.

10 Particularmente en el campo de la navegación aérea y espacial, pero también, por ejemplo, en el campo de la construcción de máquinas se usan de manera creciente elementos de materiales compuestos de fibras. Los materiales compuestos de fibras ofrecen respecto del metal frecuentemente la ventaja de un menor peso y/o resistencias mayores. De tal manera, un aspecto esencial es al mismo tiempo una producción económica de tales elementos de materiales compuestos resistentes y, no obstante, de bajo peso. Con vistas a la capacidad de carga, es decir con vistas a la rigidez y a la resistencia, en el caso de los elementos de materiales compuestos la parte en volumen de las fibras de refuerzo y, en particular, también la orientación de las fibras de refuerzo tiene una influencia predominante.

15 Un procedimiento de producción frecuentemente usado se basa actualmente en la denominada tecnología de producto preimpregnado. En este caso, las fibras de refuerzo, por ejemplo fibras de vidrio o fibras de carbono son dispuestas, por ejemplo, paralelas entre sí, embutidas en una resina matricial y conformada en semiproductos continuos. Para la producción de elementos, dichas bandas son cortadas a la medida correspondiente del contorno del elemento y laminados capa por capa mecánica o manualmente en un molde respetando la orientación de las
20 fibras de refuerzo necesaria para las cargas del elemento. A continuación se produce el curado bajo presión y temperatura de la matriz en un autoclave. Sin embargo, para muchos elementos tales procedimientos de producción son complicados y caros.

25 En otro procedimiento se fabrican a partir de fibras de refuerzo las así llamadas preformas de fibras ("Preforms"). En lo esencial son semiproductos textiles en forma de formaciones bidimensionales o tridimensionales de fibras de refuerzo en los cuales para la producción del elemento compuesto de fibras se incorpora en pasos adicionales un material matricial por medio de infusión o inyección, incluso usando vacío. A continuación se produce un curado del material matricial a una temperatura y presiones por lo general elevadas para formar el elemento terminado. En este caso son procedimientos conocidos para la infusión o inyección del material matricial el así denominado Liquid Molding (procedimiento LM) o procedimientos emparentados como por ejemplo Resin Transfer Molding (RTM),
30 Vacuum Assisted Resin Transfer Molding (VARTM), Resin Film Infusion (RFI), Liquid Resin Infusion (LRI) o Resin Infusion Flexible Tooling (RIFT). El material de fibras usado para la producción de preformas de fibras también puede estar, por ejemplo, preimpregnado de pequeñas cantidades de un material sintético curable, es decir un aglutinante para mejorar la fijación de las fibras de refuerzo en la preforma de fibras. Tales hilos preimpregnados se describen, por ejemplo, en el documento WO 2005/095080.

35 Para la producción de tales preformas de fibras ya se ha propuesto en el documento WO 98/22644 dispersar fibras cortas de refuerzo junto con un aglutinante sobre un abanico permeable al aire adaptado a la forma de la preforma de fibras y mantenerlas en el abanico aplicando vacío hasta haber alcanzado después del enfriamiento del aglutinante una estabilidad suficiente de la preforma. En este procedimiento, las fibras de refuerzo son dispuestas en disposición y orientación isótropa aleatoria. Si bien esto es ventajoso cuando los sentidos de carga en el elemento
40 no pueden predecirse, pero tiene la desventaja que debido a la orientación isótropa están en el sentido de carga solamente una parte de las fibras. O sea, en este procedimiento no es posible una adaptación a sentidos especiales de las solicitudes del elemento. Los refuerzos en la pared de elemento a lo sumo se pueden conseguir mediante espesores de pared aumentados localmente, pero que están vinculados con un incremento de peso del elemento. Además de ello, según los ejemplos del documento WO 98/22644 se consiguen solamente partes de volumen de
45 fibras en el rango de hasta 15 % en volumen y, de esta manera, debido a las reducidas partes de volumen de fibras, solamente bajas resistencias de elementos en relación al grosor. Generalmente, en tales elementos con orientación aleatoria de las fibras de refuerzo se consiguen partes de fibra de un máximo de 30 % en volumen.

50 En el documento US 2010/0126652 A1 y en el documento US 2009/0229761A1 se describe un procedimiento o bien un dispositivo para la producción de preformas de fibras mediante las cuales es posible cumplir en el elemento la exigencia de una orientación de fibras de acuerdo a la carga. En este caso se aplica un denominado procedimiento TFP ("método Tailored Fiber Placement") en el cual se colocan, prefijados mediante hilos de fijación, hilos o haces de fibras a lo largo de vías curvas adaptadas al flujo de fuerzas actuantes sobre el elemento terminado, para lo cual se usan máquinas automáticas de coser y tejer CNC. El documento US 2009/0229760 A1 describe un dispositivo de distribución para los haces de fibra apropiado para tales métodos TFP. En estos métodos TFP es posible un mejor
55 aprovechamiento de la cargabilidad mecánica de las fibras de refuerzo y una mejor adaptación de las secciones transversales del elemento a las cargas respectivas en el elemento. No obstante, dichos procedimientos son muy complicados y costosos, en particular en la producción de preformas de fibras con estructuras tridimensionales complejas.

Alternativamente, para la fijación de los haces de fibras mediante procedimientos textiles, por ejemplo procedimientos de costura y tejido, los haces de fibras también pueden ser fijados mediante un material aglutinante activable térmicamente, por ejemplo mediante un termoplástico, tal como se describe en el documento DE 10 2007 012 608 B4.

5 Otra posibilidad de la producción de preformas de fibras consiste en el uso de las denominadas hiladas multiaxiales. Como hiladas multiaxiales se entienden estructuras compuestas de múltiples capas de hilos superpuestas, en las cuales las capas de hilos se componen de grupos de hilos de refuerzo dispuestos paralelos entre sí. Las capas de hilos superpuestos pueden ser liadas y fijadas entre sí por medio de una pluralidad de hilos para coser o tejer yuxtapuestos y extendidos paralelos entre sí formando mallas, de manera que así la hilada multiaxial es estabilizada.
10 Las capas de hilos están superpuestas de tal manera que las fibras de refuerzo de las capas estén paralelas entre sí o alineadas alternadamente cruzadas (por ejemplo - 45°; 0°; + 45°).

Tales hiladas multiaxiales son colocadas sin material matricial en un molde y, por ejemplo, adaptado a su contorno para el moldeo a temperatura incrementada. A continuación, el material matricial requerido para la producción del elemento compuesto es incorporado al molde y en la preforma de fibras mediante infusión o inyección, tras lo cual, después del curado del material matricial se obtiene el elemento compuesto. Unas hiladas multiaxiales y su uso para la producción de preformas de fibras se describen, por ejemplo, en el documento EP 0 361 796 B1, el documento EP 1 352 118 B1 o el documento WO 98/10128.

Sin embargo, las hiladas multiaxiales son complicadas en su fabricación y, en general, se producen en anchuras estándar que raras veces coinciden con las dimensiones del elemento futuro. De ello resulta una nada despreciable parte de desperdicio. Además, especialmente en contornos de elementos complejos y, ante todo, en elementos con radios de curvatura cortos son aplicables sólo de manera limitada ya que las hiladas multiaxiales no son drapeables de manera cualquiera. Además, se ha observado que los hilos de coser o tejer pueden conducir muchas veces a una reducción de la resiliencia del material compuesto resultante. Finalmente, también la posterior infusión o inyección del material matricial puede estar ralentizada por medio del Liquid Molding o procedimientos similares.

25 Para evitar costuras e hilos transversales, el documento US 2008/0085650 A1 propone usar estructuras de materiales de refuerzo con una conformación de capas que abarca una capa de fibras de refuerzo continuas orientadas paralelas, así como una capa de, por ejemplo, tela no tejida, una tela o un tronzado corto de fibras, estando las capas unidas entre sí por medio de un pegamento o puntos de pegamento. También éstos materiales se presentan, en principio, en anchuras estándar que deben ser cortadas a medida de acuerdo a la geometría del elemento. De este modo se producen mayores costes debidos a pasos adicionales, por ejemplo corte, drapeado y unión, así como un desperdicio promedio de hasta 30 % del material básico.

El documento WO 98/29232 da a conocer elementos de materiales compuestos que son producidos por medio de un proceso de moldeo por compresión. De tal manera se colocan materiales continuos en forma de madejas de fibras de refuerzo en un molde y se agrega un material compuesto que contiene fibras de refuerzo discontinuos. A continuación se produce una compresión para formar el elemento. Las fibras discontinuas de refuerzo son fibras discretas discontinuas que en el material matricial están dispuestas aleatoriamente y orientadas aleatoriamente.

En el documento EP 1 134 314 A1 se describe un producto intermedio de material compuesto en forma de banda apropiado para la producción posterior de elementos correspondientes. El producto intermedio en forma de banda está estructurado, exclusivamente, por segmentos de fibras de refuerzo, es decir de haces de fibras de refuerzo que están colocados sobre un sustrato en disposición aleatoria isotrópica. Los haces de fibras presentan según las indicaciones del documento EP 1 134 314 A1 un contenido de resinas de al menos 15 % en peso (y una longitud en el intervalo entre 10 y 100 mm).

Es el objetivo de la presente invención proporcionar una preforma de fibras que pueda encontrar uso para una pluralidad de contornos de elementos, en la que, en particular, sea posible una adaptación perfeccionada a las cargas locales respectivas en el elemento y que pueda ser fabricada económicamente.

El objetivo se consigue mediante una preforma de fibras para la producción de estructuras compuestas de fibras cuya pared está formada de fibras de refuerzo,

- teniendo la pared una primera superficie y una segunda superficie opuesta a la primera superficie y un grosor extendido entre las superficies y estando delimitado por bordes,
- 50 - abarcando la pared al menos una primera zona de haces de fibras de refuerzo presentando una primera composición de resina y al menos una segunda zona de al menos una banda de fibras compuesta de al menos una madeja de hilos de refuerzo alineado unidireccional que presenta al menos una segunda composición de resinas,
- estando los haces de fibras de refuerzo en la al menos una primera zona orientados entre sí en diferentes direcciones espaciales en un sentido de observación paralelo a la extensión del grosor,
- 55

- estando cada haz de fibras de refuerzo compuesto de filamentos de fibras de refuerzo orientado paralelos entre sí, teniendo una longitud intervalo entre 3 y 50 mm conteniendo la primera composición de resinas una concentración en el intervalo entre 1 al 10 % en peso referido al peso de las fibras,
- presentando la pared de la preforma de fibras una parte de fibras de refuerzo de más de 35 % en volumen y
- conformando la al menos una segunda zona en un sentido de observación perpendicular a la extensión del grosor de la pared un sector discreto y al menos una banda de fibras termina con al menos uno de sus extremos dentro de la pared.

Mediante la preforma de fibras según la invención es posible construir de manera sencilla una estructura compuesta de fibras o elemento de materiales compuestos. Para ello, la preforma de fibras según la invención puede ser colocada en un molde cercano al contorno final mediante procedimientos habituales un material matricial en el molde y, de esta manera, incorporado en la preforma de fibras mediante infusión, infiltración o inyección y, a continuación conformado el elemento de material compuesto mediante el curado del material matricial. Consecuentemente, la invención se refiere también a un elemento de material compuesto, cuya pared está estructurada de fibras de refuerzo embutidas en una matriz de polímero,

- teniendo la pared una primera superficie y una segunda superficie opuesta a la primera superficie y un grosor extendido entre las superficies y estando delimitada por bordes,
- abarcando la pared al menos una primera zona de haces de fibras de refuerzo y al menos una segunda zona de al menos una banda de fibras compuesta de al menos una madeja de hilos de refuerzo alineados unidireccionales,
- estando los haces de fibras de refuerzo en la al menos una primera zona orientados entre sí en diferentes direcciones espaciales, en un sentido de observación paralelo a la extensión del grosor,
- estando cada haz de fibras de refuerzo compuesto de filamentos de fibras de refuerzo orientados paralelos entre sí y teniendo una longitud en el intervalo entre 3 y 50 mm,
- presentando la pared de la preforma de fibras una parte de fibras de refuerzo de más de 35 % en volumen y
- conformando la al menos una segunda zona en un sentido de observación perpendicular a la extensión de grosor de la pared un sector discreto y al menos una banda de fibras termina con al menos uno de sus extremos dentro de la pared.

O sea, la preforma de fibras o el elemento de material compuesto presenta dentro de su pared al menos una primera zona de haces de fibras de refuerzo y al menos una segunda zona de al menos una banda de fibras. En este caso, la primera zona puede configurar dentro de la pared un sector pasante continuo en el cual están incorporadas, por ejemplo, una o más zonas. De tal manera, las segundas zonas pueden estar dispuestas dentro de la pared, es decir formar islas al ser observadas perpendiculares a la extensión de grosor de la pared. Pero, en una forma de realización preferente, las segundas zonas pueden estar dispuestas en el sector de una de las superficies encima de la primera zona, es decir que el al menos una banda de fibras está, en este caso, por ejemplo contracolada sobre una de las superficies. Sin embargo, también es posible que una segunda zona se extienda sobre todo el grosor de pared y sea, de tal manera, delimitada lateralmente por primeras zonas. En cualquier caso, la al menos una segunda zona forma en un sentido de observación perpendicular a la extensión del grosor de la pared una zona discreta, es decir la al menos una segunda zona no forma en este sentido de observación ningún sector pasante, es decir ningún sector continuo. Como se ha indicado, solamente la al menos una primera zona se puede extender sobre toda la pared, o sea formar una zona pasante continua. En una forma de realización preferente de la preforma de fibras según la invención, la al menos una primera zona forma dentro de la pared un sector pasante de haces de fibras de refuerzo y la pared abarca al menos una segunda zona discreta de haces de fibras de refuerzo dispuesta en y/o sobre el sector pasante.

En la al menos una primera zona, en un sentido de observación paralelo a la extensión del grosor los haces de fibras de refuerzo están orientados entre sí en diferentes direcciones espaciales, es decir que en la al menos una primera zona las fibras de refuerzo están distribuidas orientadas de manera isótropa en las direcciones espaciales perpendiculares a la extensión de grosor. De tal manera se entiende como isótropo el hecho que, no obstante, dentro de los haces de refuerzo individuales existe una orientación anisótropa. Sin embargo, los haces en su totalidad no muestran ninguna orientación preferente, sino que están orientados de manera isótropa en las direcciones espaciales nombradas. En particular, en paredes más gruesas o espesores más gruesos de capas de las primeras zonas puede existir también una distribución isótropa incluyendo la dirección espacial que se extiende en el sentido del grosor de pared, es decir que la preforma de fibras o el elemento de material compuesto puede presentar en la al menos una primera zona una estructura isótropa en todas las tres direcciones espaciales.

Según la invención cada haz de fibras de refuerzo está compuesto de filamentos de fibras de refuerzo orientados paralelos entre sí y tienen una longitud en el intervalo entre 3 y 50 mm. Preferentemente, la longitud se encuentra en el intervalo entre 10 y 50 mm. Con vistas a la partes obtenibles de fibras de refuerzo en la al menos una primera zona, en particular para conseguir partes de fibras de refuerzo por encima de 40 % en volumen es ventajoso que la pared de la preforma de fibras respectivamente del elemento de material compuesto según la invención presente en la al menos una primera zona varios grupos de haces de fibras de refuerzo de diferentes longitudes entre sí, de manera que en total la longitud de los haces de fibras de refuerzo presente una distribución. Por ejemplo, los haces de fibras de refuerzo con una longitud de 20, 30 y 50 mm pueden estar o ser combinadas entre sí.

Los haces de fibras de refuerzo pueden estar compuestos de hilos continuos convencionales con, por ejemplo, 500 a 50.000 filamentos de fibras de refuerzo. Sin embargo, es ventajoso que cada haz de fibras de refuerzo esté compuesto de 500 a 24.000 filamentos de fibras de refuerzo. Para conseguir una distribución lo más homogénea posible de los haces de fibras de refuerzo en la al menos una primera zona y para conseguir a ser posible elevadas partes de fibras, el número de filamentos de fibras de refuerzo en los haces de fibras de refuerzo se encuentra de manera particularmente preferente en el intervalo entre 500 y 6.000 y muy preferentemente en el intervalo entre 1.000 y 3.000.

Para conseguir elevadas partes de volumen de fibras en la al menos una primera zona, en particular para conseguir partes de fibras de refuerzo por encima de 40 % en volumen, asimismo ha resultado ser ventajoso que la pared presente múltiples grupos de haces de fibras de refuerzo con números de filamentos de fibras de refuerzo diferentes entre sí, ya que de esta manera es posible realizar altas densidades de empaque de los haces en la al menos una primera zona. Por ejemplo, es posible combinar haces de fibras de refuerzo con 3.000, 6.000 y 12.000 filamentos de fibras de refuerzo.

Para conseguir altas densidades de empaque de los haces, es decir para conseguir en la al menos una primera zona grandes partes de volumen de fibras encima de 40 % en volumen es, además, ventajoso si los haces de fibras de refuerzo presentan una sección transversal a ser posible plano perpendicular a la extensión de los filamentos de fibras de refuerzo en el haz. Preferentemente, los haces de fibras de refuerzo existen en forma de banditas y presentan una relación entre anchura de haz y grosor de haz de al menos 25. De manera particularmente preferente, la relación de la anchura de haz respecto del grosor de haz se encuentra en el intervalo entre 30 y 150.

La selección adecuada de haces de fibras de refuerzo respecto de su relación entre anchura de haz y grosor de haz, respecto de su longitud así como respecto del número de filamentos de fibras de refuerzo permite realizar densidades de empaque particularmente altas de los haces de fibras de refuerzo y, de esta manera, partes de volumen de fibras particularmente altas en la al menos una primera zona. En una forma muy particularmente preferente de realización de la preforma de fibras o del elemento de material compuesto, los haces de fibras de refuerzo o del elemento de material compuesto dispuestos en la pared de la preforma de fibras o del elemento de material compuesto de la al menos una primera zona presentan, además de la sección transversal plana, diferentes longitudes y diferentes números de filamentos de fibras de refuerzo. Ello conduce a partes particularmente elevadas de volumen de fibras en la pared de la preforma o del elemento. Según la invención, la pared de la preforma de fibras o del elemento de material compuesto presenta a lo largo de su extensión, es decir en cada punto de su extensión, una parte de fibras de refuerzo de al menos 35 % en volumen, preferentemente una parte de fibras de refuerzo de al menos 40 % en volumen y particularmente preferente de 45 % en volumen. En particular es ventajoso que la parte de fibras de refuerzo sea de al menos 50 % en volumen ya que esto conduce a propiedades mecánicas sobresalientes del elemento de material compuesto. De tal manera, la preimpregnación de los haces de fibras de refuerzo permite con la primera composición de resinas una ubicación compacta estable de dichos haces de fibras de refuerzo en la producción de la preforma de fibras, con lo cual se asiste la realización de tales partes elevadas de fibras.

La parte de fibras de refuerzo en la pared de la preforma de fibras puede ser determinada de acuerdo con la DIN EN 2564:1998. Para ello, de acuerdo a procedimientos habituales, la preforma de fibras es embebida con una resina epoxi, por ejemplo HexFlow RTM 6 (empresa Hexcel) y curado para formar un material compuesto. De material compuesto curado se recortan probetas en las que después, según las prescripciones d DIN EN 2564:1998, se determina la masa y densidad y, después del tratamiento con ácido sulfúrico concentrado para la separación de la resina matricial, la masa de las fibras contenidas en la probeta Primeramente, de acuerdo con las prescripciones de la DIN EN 2564:1998 se puede determinar de tal manera la parte de masa de fibras y como resultante de ello la parte en volumen de fibras o la parte de fibras de refuerzo. Dicho método también puede ser empleado para la determinación de la parte en volumen de fibras en los elementos de material compuesto.

Los haces de fibras de refuerzo en la preforma de fibras presentan, según la invención, un contenido en una primera composición de resinas en el intervalo entre 1 al 10 % en peso referido a la parte de fibras. De esta manera se le otorga a los haces de fibra una estabilidad suficiente y se evita una desagregación en filamentos individuales o grupos individuales de filamentos. Al mismo tiempo se garantiza en las capas de resinas según la invención que los haces de fibras de refuerzo adhieren entre sí en la configuración de la preforma de fibras y la preforma de fibras consigue así una estabilidad suficiente para una manipulación posterior. Tal capa de resinas también se denomina, con frecuencia como aglutinante o como aglomerante. Como ya se ha explicado, el material matricial real todavía

necesario para la conformación del elemento compuesto sólo es incorporado a la preforma mediante infusión o inyección en un paso posterior. Preferentemente, los haces de fibras de refuerzo de la preforma de fibras contienen la primera composición de resinas con una concentración en el intervalo entre 2 y 7 % en peso referido a la parte de fibras.

5 La primera composición de resinas puede ser un aglutinante que cumple las exigencias mencionadas anteriormente. En una configuración preferente de la invención, la primera composición de resinas es un aglutinante activable térmicamente, por ejemplo un termoplástico. Sin embargo, es preferente un aglutinante sobre la base de resinas epoxi, pudiendo el aglutinante ser refundido múltiples veces y llevado a estado sólido mediante el enfriamiento a la temperatura ambiente. Tales composiciones de resinas o fibras de refuerzo que presentan tales composiciones de resinas se dan a conocer, por ejemplo, en el documento WO 2005/095080. También el documento WO 10 98/22644 describe tales composiciones de resinas apropiadas como aglutinantes.

La al menos una banda de fibras sobre o dentro de la al menos una segunda zona y, de esta manera, la al menos una segunda zona misma está dispuesta en sectores de sollicitaciones particularmente elevadas del elemento o del elemento compuesto según la invención fabricado más tarde mediante la preforma de fibras y orientada en las correspondientes direcciones de sollicitación allí imperantes. O sea, la al menos una banda de fibras está, preferentemente, dispuesta orientada en la dirección del flujo de fuerzas o de acuerdo a la carga en la pared de la preforma de fibras o del elemento de material compuesto. De tal manera, la al menos una banda de fibras puede o las bandas de fibra pueden extenderse de un lado o borde de la pared de la preforma de fibras o del elemento de material compuesto hasta un otro lado o borde de la preforma de fibras o elemento de material compuesto y, por lo tanto, sobre toda la extensión en dicho sector. De tal manera, los bordes pueden definir el perímetro exterior de la preforma de fibras, pero también pueden resultar permeabilidades, resquicios o similares debidos a cavidades en el interior de la preforma de fibras.

La preforma de fibras según la invención se destaca, en particular, porque es adaptable de manera flexible a sollicitaciones locales del elemento a fabricar mediante la preforma de fibras. Es así que la preforma de fibras en una forma de realización presenta al menos una banda de fibras que termina con al menos uno de sus extremos dentro de la pared, por consiguiente no se extiende de un borde de preforma de fibra a otro borde. O sea, una banda de fibras o varias bandas de fibras se extienden solamente sobre partes de la extensión o estiramiento respectivos de la pared en el sentido de esa única banda de fibras o estas bandas de fibra, o sea que forma o forman zonas insulares o peninsulares. De tal manera, los extremos de una banda de fibras corresponden a los extremos de la al menos una madeja de hilos de refuerzo unidireccional que estructura dicha banda de fibras. Por ejemplo, también es posible que en el caso de que una preforma de fibras o bien un elemento de material compuesto presente un saliente para la configuración de una tubuladura, la banda de fibras solamente sea aplicadas como refuerzo en el sector del saliente. De tal manera, las bandas de fibras o al menos una banda de fibra también puede/n extenderse o ser colocada/s sobre un trayecto curvo.

35 Preferentemente, la al menos una banda de fibra presenta una longitud de al menos 7 cm y, particularmente preferente, de al menos 10 cm. Con longitudes menores la incorporación de fuerzas a las bandas de fibras de un elemento es insuficiente. Además, la manipulación de bandas de fibras más cortas se torna dificultosa, especialmente en una colocación automática como la que se describe en el documento DE 10 2007 012 608 B4. De manera particularmente preferente, la al menos una banda de fibras presenta una longitud de al menos 20 cm. Como se ha indicado anteriormente, en un caso particular, un límite superior de la longitud de la banda de fibras está dado por la geometría del elemento.

La al menos una banda puede, por ejemplo, ser de un hilado de refuerzo multifilar separado colocado desplegado y plano, es decir compuesto de una madeja separada de hilos de refuerzo. Preferentemente, la al menos una banda de fibras se compone, sin embargo, de múltiples madejas de hilos de refuerzo yuxtapuestos y dispuestos paralelos entre sí.

De tal manera, en una forma de realización de la preforma de fibras o del elemento de material compuesto según la invención, la al menos una segunda zona puede estar compuesta de una banda de fibras separada que se compone de múltiples hilados de refuerzo multifilares colocados yuxtapuestos y superpuestos. Preferentemente, la al menos una segunda zona abarca, sin embargo, múltiples bandas de fibras superpuestas en capas, resultando el número de capas y su anchura de las respectivas sollicitudes al futuro elemento.

Como se ha indicado, debido a la configuración específica de la preforma de fibras según la invención es posible un diseño ajustado a la carga de la preforma de fibras así como de los elementos fabricados en la misma. Ello se consigue aquí porque la al menos una banda de fibras está dispuesta preferentemente en la pared de la preforma de fibras o del elemento de material compuesto orientada en la dirección del flujo de fuerzas o conforme a la carga. Por eso, en una forma de realización, la pared de la preforma de fibras o del elemento de material compuesto incluye al menos dos bandas de fibras y la orientación de la al menos una madeja de hilos de refuerzo orientada unidireccional de al menos una banda de fibras es diferente respecto de la orientación de la al menos una madeja de hilos de refuerzo orientada unidireccional de otra banda de fibras. De tal manera, en una forma de realización, las bandas de fibras superpuestas en capas dentro de una segunda zona o bien las madejas de hilos de refuerzo orientadas

unidireccionales dentro de las bandas de fibras que las estructuran presentan orientaciones diferentes. En el caso de múltiples segundas zonas sobre y/o en la pared de la preforma de fibras o del elemento de material compuesto pueden presentar en otra forma de realización unas bandas de fibras de diferentes segundas zonas o bien las madejas de hilos de refuerzo orientadas unidireccionales, que dentro de las bandas de fibras estructuran las bandas de fibras, presentan orientaciones diferentes. Las madejas de hilos de refuerzo de orientación diferente pueden, por ejemplo, formar entre sí un ángulo α en el intervalo entre 5° y 175° y, preferentemente, entre 20° y 160° . Por supuesto también se incluyen formas de realización en las cuales unas bandas de fibras dentro de una segunda zona y diferentes segundas zonas presentan diferentes orientaciones entre sí.

En otra forma de realización preferente, al menos una madeja de hilos de refuerzo orientada unidireccional de al menos una banda de fibras o al menos una banda de fibras no está en su extensión longitudinal orientada paralela respecto de los bordes de la preforma de fibras o del elemento de material compuesto.

Según la invención, las madejas de hilos de refuerzo alineadas unidireccionales o la al menos una banda presentan una segunda composición de resinas. De esta manera se garantiza una colocación y fijación seguras de la al menos una banda de fibras y una estabilización de la preforma de fibras. Según la aplicación, la banda de fibras también puede ser un llamado producto preimpregnado unidireccional en el cual unas fibras de refuerzo alineadas unidireccionales están embebidas con resina matricial y la concentración de la resina matricial en el producto preimpregnado ya equivale, en lo esencial, a la concentración en el elemento, es decir en el intervalo entre más o menos 25 y 45 % en peso. Preferentemente, la al menos una banda de fibras de la preforma de fibras según la invención presenta una segunda composición de resinas pero en una concentración de 1 a 10 % en peso, referido a la parte en fibras. La segunda composición de resinas actúa entonces igualmente como material aglutinante. Con tales concentraciones está garantizado, por un lado, la buena manejabilidad y fijación mencionadas anteriormente. Por otra parte, la al menos una banda de fibras presenta una suficiente flexibilidad y con la posterior producción de elementos está dada una buena infiltrabilidad de la resina matricial.

La parte de fibras de refuerzo en la al menos una banda de fibras de la al menos una segunda zona de la preforma de fibras debería ser menor que el 70 % en volumen, para que en el elemento terminado esté garantizado después de la infiltración con resina matricial una esencialmente completa incorporación de las fibras de refuerzo en la resina matricial. Por otro lado, la parte de fibras debería ser tan alta como sea posible para que con un volumen dado se consiga un efecto de refuerzo tan alto como sea posible. No por último, incluso bajo el punto de vista de la manejabilidad práctica han demostrado ser apropiadas las partes en volumen de fibras de refuerzo en la al menos una banda de fibras de la preforma de fibras o del elemento de material compuesto en el intervalo entre 40 y 65 % en volumen y, preferentemente, en el intervalo entre 50 y 65 % en volumen.

La segunda composición de resinas es, como en la primera composición de resinas, un aglutinante activable térmicamente, por ejemplo un termoplástico. Igualmente es preferente un aglutinante sobre la base de resinas epoxi, pudiendo el aglutinante ser refundido múltiples veces y llevado a estado sólido mediante el enfriamiento a la temperatura ambiente. También respecto de las segundas composiciones de resinas o bien respecto de la banda de fibras que presentan dichas composiciones de resinas, es posible recurrir a los hilados y composiciones de resinas dados a conocer en el documento WO 2005/095080. Preferentemente, la primera composición de resinas y la segunda composición de resinas son químicamente semejantes y, de manera especialmente preferente, iguales. Unas composiciones de resinas o aglutinantes apropiadas también se describen, por ejemplo, en el documento WO 98/22644.

Las fibras de refuerzo o madejas de fibras de refuerzo aplicadas a la preforma de fibras según la invención o el elemento del material compuesto según la invención pueden ser aquellas sobre la base de carbono, vidrio, aramida, cerámica, boro, acero o de polímeros sintéticos, por ejemplo poliamida, éter polihidroxilado, polietileno, en particular polietileno UHMW (Ultra Alto Peso Molecular), o polyester o de una combinación de estos materiales, por ejemplo en forma de hilados de hilos mixtos (co-mingled yarns). En una forma preferente de realización, las fibras de refuerzo de los haces de fibras de refuerzo y/o de las madejas de hilos de refuerzo de la al menos una banda de fibras son fibras de carbono. En este caso, las fibras de carbono pueden ser obtenidas de productos básicos de brea, poliacrilonitrilo o productos básicos de viscosa.

La combinación de haces de fibras de refuerzo alineados de manera isótropa y bandas de fibras o madejas de hilos de refuerzo alineadas orientadas con el flujo de fuerzas permite una producción de preformas de fibras económica y al mismo tiempo adaptada a las solicitudes en el futuro elemento. De esta manera, las primeras zonas con haz de fibras de refuerzo pueden ser conformadas económicamente, por ejemplo, por medio de los denominados procedimientos por proyección de fibras, en los cuales las madejas de fibras de refuerzo cargadas con la primera composición de resinas son llevadas a un cabezal de corte, cortadas en haces correspondientemente dimensionados a la longitud deseada y, a continuación, proyectadas en un molde adaptado al contorno final de la preforma de fibras. Alternativamente, también es posible colocar en el molde una carga de haces de fibras de refuerzo correspondientes. En ambos casos, el posicionamiento de los haces de fibras de refuerzo puede ser apoyado mediante la aplicación de vacío al molde, que en este caso está perforado.

Al mismo tiempo o también, por ejemplo, consecutivamente, en los sectores en los que en el futuro elemento se

producirán cargas elevadas se pueden distribuir banda de fibras orientadas en el sentido de las cargas, pudiendo ser aplicados para ello procedimientos conocidos en el estado actual de la técnica, por ejemplo el procedimiento de colocación dado a conocer en el documento WO 2007/101578 aplicando un procedimiento de proyección a la llama para la aplicación de la segunda composición de resinas durante la colocación o el procedimiento dado a conocer por el documento DE 10 2007 012 608 B4 en el cual unas bandas de fibras o unas madejas de hilos de refuerzo provistas de un aglutinante activable térmicamente, por ejemplo un termoplástico, o sea una segunda combinación de resinas, son posicionadas por medio de un cabezal colocador de dispositivos automatizados de distribución. Tales procedimientos se conocen con la denominación "métodos de fiber placement".

De esta manera, a diferencia de preformas de fibras de acuerdo con el estado actual de la técnica, mediante la presente invención se pueden proporcionar preformas de fibras con, en principio, cualquier geometría superficial plana o bidimensional o, preferentemente, con una geometría superficial tridimensional divergente de la geometría superficial plana. La preforma de fibras según la invención y también el elemento de material compuesto según la invención puede presentar sobre la extensión de su pared diferentes espesores de pared o también salientes, perforaciones, etc. Por consiguiente, una preforma de fibras preferente presenta diferentes espesores de pared, en particular en el sector de la al menos una primera zona.

En esta manera, la preforma de fibras según la invención o el elemento de material compuesto según la invención se puede presentar en una pluralidad de diferentes configuraciones. Mediante el mando flexible recíproco de las primeras y segundas zonas se puede producir una adaptación sencilla a las solicitudes de elementos. Es así que según las solicitudes también se puede producir una adaptación mediante el aumento del grosor de pared por medio de partes adicionales en primeras zonas, es decir mediante la adición de haces de refuerzo. Del mismo modo es posible en sectores específicos un refuerzo por medio de segundas zonas con bandas de fibras orientadas en el sentido del flujo de fuerzas. De tal manera, según el elemento o según la preforma de fibras, la parte de primeras zonas con haces de fibras de refuerzo puede predominar sobre la parte de segundas zonas con bandas de fibras de madejas de hilos de refuerzo, o viceversa. Son decisivas para la configuración respectiva las cargas previstas en el elemento terminado y las metas a alcanzar respecto de, por ejemplo, grosores de pared, peso, volumen, etc. y no por último también los costes de fabricación del elemento.

La invención se explica con mayor detalle a modo de ejemplo mediante las figuras subsiguientes, no teniendo las figuras carácter restrictivo alguno. Muestran en representación esquematizada simplificada:

la figura 1, una vista de arriba sobre una preforma de fibras según la invención en forma de un segmento de casquete esférico;

la figura 2, a lo largo de la línea A – A, una sección transversal a través del segmento de preforma de fibras mostrado en la figura 1.

La figura 1 muestra esquemáticamente una preforma de fibras 1 en forma de un segmento de casquete esférico con una primera superficie 2 y una segunda superficie 3 con un grosor que se extiende entre las superficies. En vista de arriba sobre la primera superficie 2 se ven primeras zonas 4 de haces de fibras de refuerzo 5 que en el medio están orientados isotropos en diferentes sentidos. Los haces de fibra de refuerzo 5 están estructurados de filamentos de fibras de refuerzo 6 cortos paralelos entre sí, pudiendo el número de filamentos de fibras de refuerzo en el haz estar en el intervalo entre 500 a 50.000. Los haces de fibras de refuerzo 5 están provistos de una primera composición de resinas, consiguiendo una buena adhesión entre sí de los haces de fibras de refuerzo y la preforma de fibras obtiene una suficiente estabilidad para un manejo posterior.

En el ejemplo presente, la preforma de fibras 1 presenta en su primera superficie 2 dos segundas zonas 7a, 7b en forma de bandas de fibras que se componen de madejas de hilos de refuerzo 8a, 8b alineadas unidireccionales. En el ejemplo mostrado, la segunda zona 7a se extiende sobre la superficie 2 desde un borde al borde opuesto, mientras que la segunda zona 7b se desarrolla solamente sobre un segmento de la superficie y termina dentro de la pared. Las madejas de hilos de refuerzo 8a, 8b de las segundas zonas 7a, 7b están orientadas en diferentes sentidos y no están alineados paralelos respecto de ninguno de los bordes de la preforma de fibras

La figura 2 muestra una sección transversal a través del segmento de preforma de fibras mostrado esquemáticamente en la figura 1. Por consiguiente, las partes iguales están provistas de iguales referencias. La preforma de fibras 1 existe como segmento curvado con una primera superficie 2 y una segunda superficie 3, entre las cuales se extiende el grosor de pared de la preforma de fibras. La pared está estructurada de una primera zona 4 y segundas zonas 7a, 7b, 9, 10, evidenciando en la representación que la primera zona 4 de haces de fibras de refuerzo 5 conforma un sector continuo y que puede ser designada como fase continua. Contrariamente, las segundas zonas 7a, 7b, 9, 10 están embutidas como sectores discretos en la segunda zona. De tal manera, en la figura 2, además de las zonas 7a, 7b mostradas también en la figura 1, se muestran en la primera superficie 2 dos segundas zonas 9, 10 adicionales en el interior de pared, envueltas completamente por la primera zona 4. Las segundas zonas 7a, 7b, 9, 10 están estructuradas de madejas de hilos de refuerzo 8, 8a, 8b que están superpuestas en múltiples capas.

ES 2 617 781 T3

La preforma de fibras mostrada en las figuras 1 y 2 presentan un grosor relativamente grande. Por consiguiente, en este ejemplo también en la representación de la sección transversal, los haces de fibras de refuerzo 5 están orientados esencialmente isotropos sobre la sección transversal de pared.

REIVINDICACIONES

1. Preforma de fibras para la producción de estructuras compuestas de fibras cuya pared está construida de fibras de refuerzo,

- 5 - teniendo la pared una primera superficie y una segunda superficie opuesta a la primera superficie y un grosor extendido entre las superficies y estando delimitada por bordes,
- abarcando la pared al menos una primera zona de haces de fibras de refuerzo presentando una primera composición de resina y al menos una segunda zona de al menos una banda de fibras compuesta de al menos una madeja de hilos de refuerzo alineada unidireccional que presenta al menos una segunda composición de resinas,
- 10 - estando los haces de fibras de refuerzo en la al menos una primera zona orientados entre sí en diferentes direcciones espaciales, en un sentido de observación paralelo a la extensión del grosor,
- estando cada haz de fibras de refuerzo compuesto de filamentos de fibras de refuerzo orientados paralelos entre sí, teniendo una longitud en el intervalo entre 3 y 50 mm conteniendo la primera composición de resinas una concentración en el intervalo entre 1 al 10 % en peso, referido al peso de las
- 15 fibras,
- presentando la pared de la preforma de fibras una parte de fibras de refuerzo de más de 35 % en volumen y
- conformando la al menos una segunda zona en un sentido de observación perpendicular a la extensión de grosor de la pared un sector discreto y al menos una banda de fibras termina con al menos uno de sus
- 20 extremos dentro de la pared.

2. Preforma de fibras según la reivindicación 1, caracterizada porque su pared incluye al menos dos bandas de fibras y la orientación de la al menos una madeja de hilos de refuerzo orientada unidireccional de al menos una banda de fibras es diferente respecto de la orientación de la al menos una madeja de hilos de refuerzo orientada unidireccional de otra banda de fibras.

25 3. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizada porque la al menos una madeja de hilos de refuerzo alineada unidireccional de la menos una banda de fibras no está alineada paralela a ninguno de los bordes.

30 4. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque las fibras de refuerzo de los haces de fibras de refuerzo y/o de las madejas de hilos de refuerzo de la al menos una banda de fibras son fibras de carbono.

5. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque la al menos una primera zona forma dentro de la pared un sector continuo de haces de fibras de refuerzo y la pared abarca al menos una segunda zona discreta dispuesta en y/o sobre el sector continuo de haces de fibras de refuerzo.

35 6. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque cada haz de fibras de refuerzo tiene una longitud en el intervalo entre 10 y 50 mm.

7. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque la pared de varios grupos de haces de fibras de refuerzo presenta longitudes diferentes entre sí.

8. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque cada haz de fibras de refuerzo presenta 500 a 24.000 filamentos de fibras de refuerzo.

40 9. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque la pared de diferentes grupos de haces de fibras de refuerzo presenta entre sí números diferentes de filamentos de fibras de refuerzo.

10. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque la pared en la al menos una primera zona presenta una parte de fibras de refuerzo de al menos 45 % en volumen.

45 11. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada porque los haces de fibras de refuerzo contienen la primera composición de resinas en una concentración en el intervalo entre 2 y 5 % en peso, referido a la parte de fibras.

12. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizada porque la al menos una banda de fibras se compone de múltiples madejas yuxtapuestas de fibras de refuerzo.

13. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizada porque la al menos una banda de fibras tiene una longitud de al menos 7 cm.

5 14. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizada porque la al menos una banda de fibras presenta la segunda composición de resinas en una concentración en el intervalo entre 1 y 10 % en peso, referido a la parte de fibras.

15. Preforma de fibras según una o más de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizada porque la primera composición de resinas y la segunda composición de resinas son iguales.

16. Elemento de material compuesto, fabricable según una o más de las reivindicaciones 1 a 15.

10 17. Elemento de material compuesto, cuya pared está estructurada de fibras de refuerzo embutidas en una matriz de polímero,

- teniendo la pared una primera superficie y una segunda superficie opuesta a la primera superficie y un grosor extendido entre las superficies y estando delimitada por bordes,

15 - abarcando la pared al menos una primera zona de haces de fibras de refuerzo y al menos una segunda zona de al menos una banda de fibras compuesta de al menos una madeja de hilos de refuerzo alineada unidireccional,

- estando los haces de fibras de refuerzo en la al menos una primera zona orientados entre sí en diferentes direcciones espaciales, en un sentido de observación paralelo a la extensión del grosor,

- estando cada haz de fibras de refuerzo compuesto de filamentos de fibras de refuerzo orientados paralelos entre sí y teniendo una longitud en el intervalo entre 3 y 50 mm,

20 - presentando la pared del elemento de material compuesto una parte de fibras de refuerzo de más de 35 % en volumen y

- conformando la al menos una segunda zona en un sentido de observación perpendicular a la extensión de grosor de la pared un sector discreto y al menos una banda de fibras termina con al menos uno de sus extremos dentro de la pared.

25

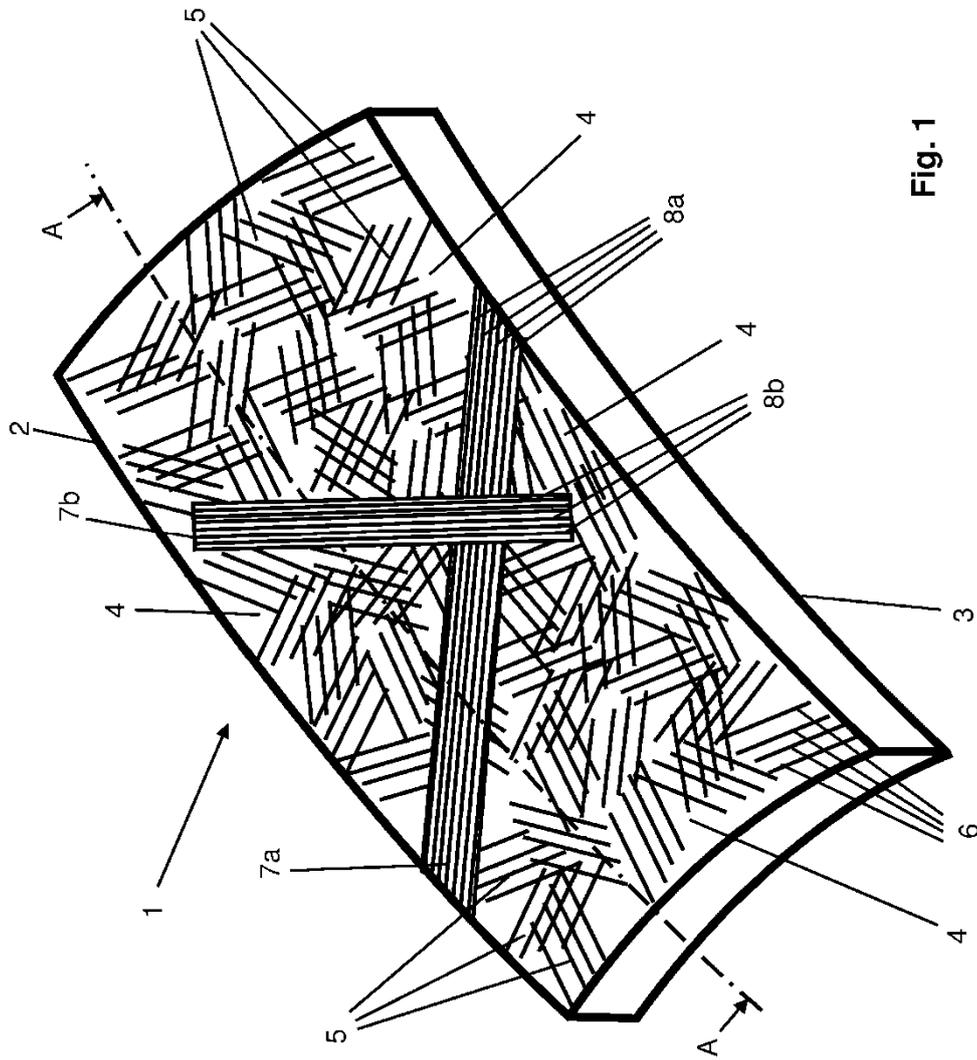


Fig. 1

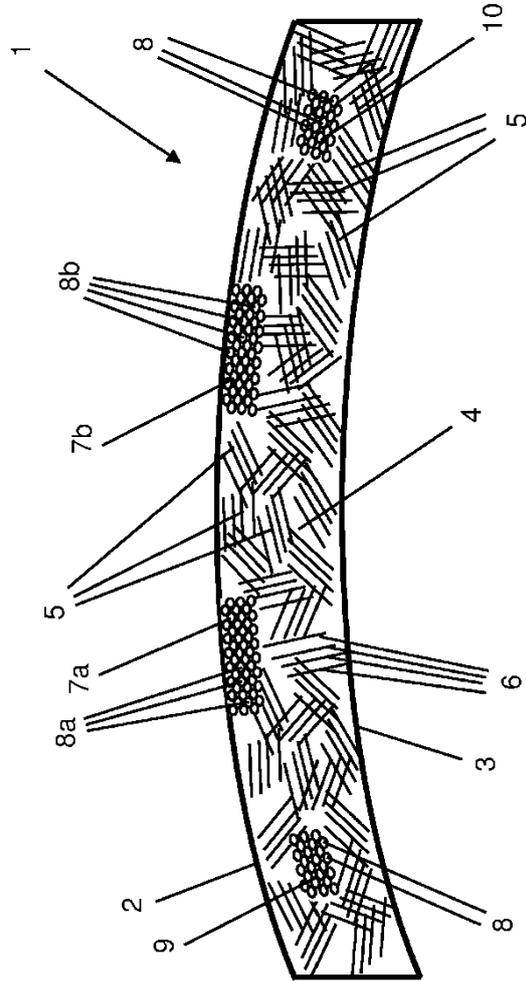


Fig. 2