



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112013011577-7 B1



(22) Data do Depósito: 11/11/2011

(45) Data de Concessão: 08/12/2020

(54) Título: PREFORMA DE FIBRA, E, COMPONENTE COMPÓSITO

(51) Int.Cl.: B29C 70/08; B29C 70/88; B29B 11/16.

(30) Prioridade Unionista: 02/12/2010 EP 10193489.1.

(73) Titular(es): TEIJIN CARBON EUROPE GMBH.

(72) Inventor(es): BERND WOHLMANN; MARKUS SCHNEIDER; ANDREAS WÖGINGER; FRANK OBERWAHRENBROCK.

(86) Pedido PCT: PCT EP2011069939 de 11/11/2011

(87) Publicação PCT: WO 2012/072405 de 07/06/2012

(85) Data do Início da Fase Nacional: 09/05/2013

(57) Resumo: PREFORMA DE FIBRA, E, COMPONENTE COMPÓSITO A invenção se refere a uma preforma de fibra para produzir estruturas compósitas de fibra, a parede da mesma compreendendo pelo menos uma primeira zona feita de feixes de fibras de reforço tendo uma primeira composição de resina e pelo menos uma segunda zona feita de pelo menos uma fita de fibra compreendendo pelo menos um filamento de fio de reforço direcionado unidirecionalmente, tendo uma segunda composição de resina, em que os feixes de fibras de reforço na pelo menos uma primeira zona são orientados em diferentes direções espaciais entre si quando visualizados em uma direção paralela à extensão da espessura, em que cada feixe de fibras de reforço compreende filamentos de fibra de reforço arranjados paralelos entre si, tem um comprimento na faixa de 3 a 50 mm, e contém a primeira composição de resina em uma concentração na faixa de 1 a 10% em peso em relação ao peso de fibra, em que a parede da preforma de fibra tem uma proporção de fibras de reforço de mais do que 35 % em vol, e em que a pelo menos uma segunda zona forma uma região discreta quando visualizados em uma direção perpendicular à extensão de espessura da (...).

PREFORMA DE FIBRA, E, COMPONENTE COMPÓSITO

[1] A presente invenção se refere a uma preforma de fibra para produzir estruturas compósitas de fibra ou componentes compósitos, a parede da mesma sendo feita de fibras de reforço, bem como a um componente compósito feito a partir deste tipo de preforma de fibra.

[2] Componentes feitos a partir de materiais compósitos de fibra são crescentemente usados, especialmente nos setores da indústria espacial, ainda também, por exemplo, na indústria de construção de máquinas. Compósitos de fibra frequentemente oferecem a vantagem de menor peso e/ou maior resistência sobre os metais. Assim, um aspecto essencial é a produção barata deste tipo de componentes compósitos resilientes e ainda leves, ao mesmo tempo. Em vista da resiliência, isto é, a rigidez e resistência, o volume percentual das fibras de reforço e especialmente também a direção das fibras de reforço têm um efeito determinante sobre componentes compósitos.

[3] Um método de fabricação comumente usado é atualmente baseado na assim chamada tecnologia de pré-impregnados. Neste caso, as fibras de reforço, tais como fibras de vidro ou fibras de carbono, são arranjadas, por exemplo, paralelas entre si, embutidas em uma matriz de resina, e processadas para formar produtos semiacabados similares a folha. Essas folhas são cortadas de acordo com o contorno de componente e laminadas em uma ferramenta por meio de máquina ou à mão camada por camada, levando em conta a orientação das fibras de reforço, como exigido pela carga de componente. Subsequentemente, a matriz é curada sob pressão e temperatura em uma autoclave. Este tipo de processo de fabricação é, todavia, muito complexo e caro para muitos componentes.

[4] Em um outro método, assim chamadas preformas de fibra são produzidas de fibras de reforço. Essencialmente, esses são produtos semiacabados têxteis no formato de cona figurações de duas ou três

dimensões, feitas de fibras de reforço, em que, em outras etapas para produzir o componente compósito de fibra, um apropriado material de matriz é introduzido através de infusão ou injeção, também por aplicação de vácuo. Subsequentemente, o material de matriz é curado a, em geral, temperaturas e pressões elevadas para formar o componente acabado. Os métodos conhecidos para infusão ou injeção do material de matriz neste caso são o assim chamado método de moldagem líquido (LM), ou métodos relacionados ao mesmo, tais como moldagem por transferência de resina (RTM), moldagem por transferência de resina, assistida a vácuo, (VARTM), infusão de película de resina (RFI), infusão de resina líquida (LRI), ou ferramental flexível de infusão de resina (RIFT). O material de fibra usado para produzir as preformas de fibra pode também já estar impregnado, por exemplo, com pequenas quantidades de um material plástico curável, isto é, um material aglutinante, a fim de melhorar a fixação das fibras de reforço na preforma de fibra. Fios pré-impregnados deste tipo são descritos, por exemplo, no WO 2005/095080.

[5] A fim de produzir tais preformas de fibra, o WO 98/22644 já sugeriu dispersar fibras de reforço cortadas curtas juntamente com um material aglutinante sobre uma tela permeável ao ar, adaptada ao formato da preforma de fibra desejada e manter as ditas fibras sobre a tela através da aplicação de vácuo até ser atingida, depois do resfriamento do material aglutinante, uma suficiente estabilidade da preforma. Por meio deste procedimento, as fibras de reforço são arranjadas em arranjos e direções isotrópicos, aleatórios. Na verdade, isto é vantajoso se as direções de carga no componente não podem ser preditas antecipadamente; todavia, tem a desvantagem simultânea que, devido à orientação isotrópica, somente uma fração das fibras se situa na direção de carga. Uma adaptação às direções de carga especiais no componente é assim não possível quando do uso deste método. Reforços na parede de componente podem, no máximo, ser feitos

através de, por exemplo, espessuras de parede localmente aumentadas, todavia, eles são associados com um aumento em peso do componente. Em adição, de acordo com os exemplos do WO 98/22644, somente proporções de volume de fibra na faixa de até aproximadamente 15 % em vol são obtidas, e, por conseguinte, devido às baixas proporções de volume de fibra, somente comparativamente baixas resistências de componente, relacionadas à espessura. Usualmente, proporções de fibra de um máximo de 30 % em vol são obtidas para componentes deste tipo tendo orientação aleatória das fibras de reforço.

[6] Na US 2010/0126652 A1 e US 2009/0229761 A1, um método e um dispositivo, respectivamente, para produzir preformas de fibra são descritos, por meio dos quais é possível satisfazer a demanda para uma direção de fibra apropriada à carga no componente. Neste caso, um assim chamado método de TFP (“tailored fiber placement method – método de colocação de fibra adaptado”) é usado, em que fios ou filamentos de fibra são colocados ao longo de qualquer número de trajetos adaptados à distribuição de forças que afetam o componente acabado e fixados usando fios de fixação, em que máquinas de costurar e tricotar controladas por controle numérico computadorizado são usadas para isto. A US 2009/0229760 A1 descreve um dispositivo de aplicação para os filamentos de fibra, apropriado para um método de TFP deste tipo. Usando esses métodos de TFP, uma utilização melhorada da resistência mecânica das fibras de reforço e uma adaptação aumentada das seções transversais de componente para as respectivas cargas locais no componente são possíveis. Todavia, esses métodos, em particular na produção de preformas de fibra com complexas estruturas tridimensionais, são complexos e intensivos em termos de custo.

[7] Como uma alternativa para a fixação dos filamentos de fibra por meio de um método têxtil, tal como por meio de métodos de costurar e tricotar, os filamentos de fibra podem também ser fixados por meio de um

aglutinante de material termicamente ativado, por exemplo, por meio de um termoplástico, como é descrito na DE 10 2007 012 608 B4.

[8] Uma outra possibilidade para a produção de preformas de fibra consiste no uso de assim chamados tecidos de não enrugamento multiaxiais. Tecidos de não enrugamento multiaxiais são entendidos como sendo estruturas feitas a partir de uma pluralidade de camadas de fibra superpostas, em que as camadas de fibra compreendem folhas de fios de reforço arranjados paralelos entre si. As camadas de fibra superpostas podem ser conectadas e presas entre si através de uma pluralidade de fios de costurar e tricotar arranjados lado a lado e correndo paralelos entre si e formando pontos, de forma que os tecidos de não enrugamento multiaxiais são estabilizados desta maneira. As camadas de fibra são superpostas de forma que as fibras de reforço das camadas são direcionadas paralelas entre si ou alternadamente de forma cruzada (por exemplo, -45° ; 0° , $+45^\circ$).

[9] Tecidos de não enrugamento multiaxiais deste tipo são colocados sem material de matriz em um molde e, por exemplo, para conformação, são adaptados a seus contornos usando temperatura aumentada. Subsequentemente, o material de matriz requerido para a produção do componente compósito é introduzido no molde e na preforma de fibra através de infusão ou injeção, pelo que, em seguida à cura do material de matriz, o componente compósito é obtido. Tecidos de não enrugamento multiaxiais e o uso dos mesmos para produzir preformas de fibra são descritos, por exemplo, na EP 0 361 796 B1, EP 1 352 118 B1, ou WO 98/10128.

[10] Tecidos de não enrugamento multiaxiais são, todavia, caros de serem produzidos, e são geralmente produzidos em larguras padronizadas, as quais raramente correspondem às dimensões do componente posterior. Isto resulta em uma quantidade não insignificante de desperdício ou refugo. Em adição, especialmente em componentes com contornos complexos e particularmente com relação a componentes com pequenos raios de curvatura,

eles podem ser somente usados em uma extensão limitada, pois os tecidos de não enrugamento multiaxiais não podem ser drapeados para qualquer forma. Ainda, foi observado que os fios de costurar ou de tricotar podem frequentemente conduzir a uma redução na resistência ao impacto do compósito resultante. Finalmente, a posterior infusão ou injeção do material de matriz pode também ser tornada lenta sobre a moldagem a líquido ou métodos relacionados.

[11] Para evitar costuras e filamentos transversais, a US 2008/0085650 A1 sugere o uso de estruturas de material de reforço tendo uma construção em camadas, as ditas estruturas de material de reforço compreendendo uma camada de fibras de reforço contínuas direcionadas em paralelo bem como uma camada feita a partir de, por exemplo, um tecido não tecido, um tecido tecido, ou a partir de fibras cortadas curtas, em que as camadas são conectadas umas às outras através de um adesivo ou através de pontos de adesivo. Esses materiais estão também inicialmente disponíveis em larguras padronizadas, os quais têm a ser cortados em correspondência à geometria do componente. Desta maneira, custos elevados ocorrem devido às etapas adicionais, por exemplo, corte, drapejamento, e conexão, bem como um desperdício médio de até 30% do material de saída.

[12] É o objetivo da presente invenção o de prover uma preforma de fibra que pode encontrar uso em uma pluralidade de contornos de componente, em que em particular uma adaptação melhorada às respectivas cargas locais no componente é possível, e que pode ser produzida de modo barato.

[13] O objetivo é atingido por uma preforma de fibra para produzir estruturas compósitas de fibra, a parede da mesma sendo feita de fibras de reforço,

- em que a parede tem uma primeira superfície, uma segunda superfície se situando oposta à primeira superfície e uma espessura

se estendendo entre as superfícies, e é limitada por bordas,

- em que a parede compreende pelo menos uma primeira zona feita de feixes de fibras de reforço tendo uma primeira composição de resina e pelo menos uma segunda zona feita de pelo menos uma fita de fibra compreendendo pelo menos um filamento de fio de reforço direcionado unidirecionalmente, tendo uma segunda composição de resina,

- em que os feixes de fibras de reforço na pelo menos uma primeira zona são orientados em diferentes direções espaciais um a partir do outro quando visualizados em uma direção paralela à extensão de espessura,

- em que cada feixe de fibras de reforço compreende filamentos de fibra de reforço direcionados paralelos entre si, tem um comprimento na faixa de 3 a 50 mm, e contém a primeira composição de resina em uma concentração na faixa de 1 a 10 % em peso em relação ao peso de fibra,

- em que a parede da preforma de fibra tem uma proporção de fibras de reforço superior a 35 % em vol, e

- em que a pelo menos uma segunda zona forma uma região discreta quando visualizados em uma direção perpendicular à extensão de espessura da parede e pelo menos uma fita de fibra termina com pelo menos uma extremidade da mesma dentro da parede.

[14] Por meio da preforma de fibra de acordo com a invenção, uma estrutura compósita de fibra ou um componente compósito pode ser produzido de uma maneira simples. Neste caso, a preforma de fibra de acordo com a invenção pode ser colocada em um molde de formato próximo ao de rede por meio de métodos comuns, um material de matriz é introduzido no molde e assim na preforma de fibra, através de infusão, infiltração, ou injeção, e subsequentemente o componente compósito é conformado por cura do material de matriz. A invenção, por conseguinte, também se refere a um componente compósito, a parede do mesmo sendo construída de fibras de

reforço embutidas em uma matriz de polímero,

- em que a parede tem uma primeira superfície, uma segunda superfície se situando oposta à primeira superfície e uma espessura se estendendo entre as superfícies, e é limitada por bordas,

- em que a parede compreende pelo menos uma primeira zona feita de feixes de fibras de reforço e pelo menos uma segunda zona feita de pelo menos uma fita de fibra compreendendo pelo menos um filamento de fio de reforço direcionado unidirecionalmente,

- em que os feixes de fibras de reforço na pelo menos uma primeira zona são orientados em diferentes direções espaciais um a partir do outro quando visualizados em uma direção paralela à extensão de espessura,

- em que cada feixe de fibras de reforço compreende filamentos de fibra de reforço direcionados paralelos entre si e tem um comprimento na faixa de 3 a 50 mm,

- em que a parede da preforma de fibra tem uma proporção de fibras de reforço superior a 35 % em vol, e

- em que a pelo menos uma segunda zona forma uma região discreta quando visualizados em uma direção perpendicular à extensão de espessura da parede e pelo menos uma fita de fibra termina com pelo menos uma extremidade da mesma dentro da parede.

[15] A preforma de fibra ou o componente compósito tem assim dentro da parede do mesmo pelo menos uma primeira zona feita de feixes de fibras de reforço e pelo menos uma segunda zona feita de pelo menos uma fita de fibra. Neste caso, a primeira zona dentro da parede pode formar uma região contínua sobre a parede inteira, em que, por exemplo, uma ou mais segundas zonas são embutidas. As segundas zonas podem assim ser arrançadas dentro da parede, isto é, formando ilhas quando visualizadas perpendicularmente à extensão de espessura da parede. As segundas zonas podem, todavia, em uma modalidade preferida, também ser arrançadas na

região de uma das superfícies sobre a primeira zona, isto é, neste caso pelo menos uma fita de fibra é montada, por exemplo, sobre uma das superfícies. É, todavia, também possível que a segunda zona se estenda sobre a espessura inteira de parede e é assim lateralmente limitada por primeiras zonas. Em cada caso, a pelo menos uma segunda zona forma uma região discreta quando visualizada em uma direção perpendicular à extensão de espessura da parede, isto é, a pelo menos uma segunda zona não forma uma região contínua sobre a parede inteira quando visualizada nesta direção. Como previamente explicado, somente a pelo menos uma primeira zona pode se estender sobre a parede inteira como uma região contínua. em uma modalidade preferida da preforma de fibra de acordo com a invenção, a pelo menos uma primeira zona dentro da parede forma, sobre a parede inteira, em uma região contínua feita de feixes de fibras de reforço e a parede, compreende pelo menos uma segunda zona discreta arranjada dentro e/ou sobre a região contínua feita de feixes de fibras de reforço.

[16] Na pelo menos uma primeira zona, os feixes de fibras de reforço são orientados em diferentes direções espaciais um a partir do outro quando visualizados em uma direção paralela à extensão de espessura, isto é, as fibras de reforço são distribuídas ou orientadas isotropicamente na pelo menos uma primeira zona nas direções espaciais perpendiculares à extensão de espessura. Isotropicamente é assim entendido como significando que, enquanto existir uma orientação anisotrópica das fibras dentro dos feixes de fibras de reforço individuais, os feixes em sua totalidade não mostram nenhuma orientação preferida, mas são isotropicamente orientados nas direções espaciais citadas. Em particular com relação a paredes mais espessas ou espessuras de camada mais espessas das primeiras zonas, pode também existir uma distribuição isotrópica levando em conta a direção espacial se estendendo na direção da espessura da parede, isto é, a preforma de fibra ou o componente compósito pode ter uma estrutura isotrópica em todas as três

direções espaciais na pelo menos uma primeira zona.

[17] De acordo com a invenção, cada feixe de fibras de reforço compreende filamentos de fibra de reforço direcionados paralelos entre si e tem um comprimento na faixa de 3 a 50 mm. Preferivelmente, o comprimento se situa na faixa de 10 a 50 mm. Em vista das proporções que podem ser atingidas de fibras de reforço na pelo menos uma primeira zona, em particular para obter proporções superiores a 40 % em vol, é vantajoso se a parede da preforma de fibra ou do componente compósito de acordo com a invenção tem uma pluralidade de grupos de feixes de fibras de reforço tendo comprimentos diferentes na pelo menos uma primeira zona, de forma que overall o comprimentos dos feixes de fibras de reforço têm uma distribuição. Por exemplo, feixes de fibras de reforço tendo um comprimento de 20, 30, e 50 mm podem ser ou são combinados uns com os outros.

[18] Os feixes de fibras de reforço podem compreender fios de filamento comuns tendo, por exemplo, 500 a 50.000 filamentos de fibra de reforço. É, todavia, vantajosa se cada feixe de fibras de reforço compreende 500 a 24.000 filamentos de fibra de reforço. Para obter uma distribuição a mais homogênea dos feixes de fibras de reforço na pelo menos uma primeira zona, e para obter as proporções de fibra mais altas possíveis, o número de filamentos de fibra de reforço nos feixes de fibras de reforço se situa particularmente preferivelmente na faixa de 500 a 6.000 e mais particularmente preferivelmente na faixa de 1.000 a 3.000.

[19] Para obter altas proporções de volume de fibra na pelo menos uma primeira zona, em particular para obter proporções de fibras de reforço superiores a 40 % em vol, foi comprovado que é igualmente vantajoso se a parede tem uma pluralidade de grupos de feixes de fibras de reforço tem diferentes números de filamentos de fibra de reforço, porque isto permite a realização de altas densidades de acondicionamento dos feixes na pelo menos uma primeira zona. Por exemplo, feixes de fibras de reforço tendo 3.000,

6.000, e 12.000 filamentos de fibra de reforço podem ser combinados.

[20] Para obter altas densidades de acondicionamento dos feixes, isto é, para obter altas proporções de volume de fibra na pelo menos uma primeira zona superiores 40 % em vol, é ainda vantajoso se os feixes de fibras de reforço tiverem uma seção transversal que é tão plana possível perpendicular à extensão dos filamentos de fibra de reforço no feixe. Preferivelmente, os feixes de fibras de reforço são conformados em tira e têm uma relação entre largura de feixe e espessura de feixe de pelo menos 25. Particularmente preferivelmente, a relação entre largura de feixe e espessura de feixe se situa na faixa de 30 a 150.

[21] Através da seleção apropriada de feixes de fibras de reforço com respeito à relação entre largura de feixe e espessura de feixe, com relação ao comprimento, bem como com relação ao número de filamentos de fibra de reforço, especialmente altas densidades de acondicionamento dos feixes de fibras de reforço e assim especialmente altas proporções de volume de fibra, pode ser realizada na pelo menos uma primeira zona. Em uma mais particularmente modalidade preferida da preforma de fibra ou o componente compósito, os feixes de fibras de reforço arranjados na região da pelo menos uma primeira zona na parede da preforma de fibra ou do componente compósito têm, em adição a uma seção transversal plana, comprimentos diferentes e números diferentes de filamentos de fibra de reforço. Isto conduz especialmente a altas proporções de volume de fibra na parede da preforma ou componente. De acordo com a invenção, a parede da preforma de fibra ou do componente compósito tem através de sua extensão inteira, isto é, em cada ponto de sua extensão, uma proporção de fibras de reforço de pelo menos 35 % em vol, preferivelmente uma proporção de fibras de reforço de pelo menos 40 % em vol, e particularmente preferivelmente de 45 % em vol. É especialmente vantajoso se a proporção de fibras de reforço é de pelo menos 50 % em vol, porque isto conduz a ótimas propriedades mecânicas no

componente compósito. A pré-impregnação dos feixes de fibras de reforço com a primeira composição de resina permite assim uma colocação estável, compacta, desses feixes de fibras de reforço durante a produção da preforma de fibra, por meio da qual a realização de tais altas proporções de volume de fibra é suportada.

[22] A proporção de fibras de reforço na parede da preforma de fibra pode ser determinada de acordo com a DIN EN 2564:1998. Para esta finalidade, a preforma de fibra é impregnada, de acordo com métodos usuais, com uma resina epóxi, tal como HexFlow RTM 6 (Hexcel), e curada para formar um material compósito. Corpos de teste são cortados a partir o material compósito curado, a partir do qual massa e densidade são determinadas de acordo com DIN EN 2564:1998, bem como, depois do tratamento com ácido sulfúrico concentrado para separar a resina de matriz, a massa das fibras contida nos corpos de teste. De acordo com as provisões da DIN EN 2564:1998, a proporção em massa de fibra pode assim ser determinada e, resultando a partir da mesma, a proporção em volume de fibra ou a proporção de fibras de reforço. Este método pode também ser usado para determinar a proporção em volume de fibra para os componentes compósitos.

[23] Os feixes de fibras de reforço na preforma de fibra têm inventivamente um conteúdo de um primeiro componente de resina na faixa de 1 a 10 % em peso em relação à proporção de fibra. Por meio disto, uma suficiente estabilidade é provida para os feixes de fibra, e uma desintegração em filamentos individuais ou grupos individuais de filamentos é evitada. Ao mesmo tempo, o uso das aplicações de resina de acordo com a invenção garante que os feixes de fibras de reforço adiram uns aos outros durante a formação da preforma de fibra e a preforma de fibra assim obtém uma suficiente estabilidade para manipulação adicional. Uma aplicação de resina deste tipo é frequentemente designada como um aglutinante ou como uma aglutinação. Como já foi explicado, o material de matriz atual ainda requerido

para a formação do componente compósito é introduzido em uma posterior etapa de processo por infusão ou injeção na preforma. Preferivelmente, os feixes de fibras de reforço na preforma de fibra contêm a primeira composição de resina em uma concentração na faixa de 2 a 7 % em peso em relação à proporção de fibra.

[24] Com relação à primeira composição de resina, esta pode ser material aglutinante que satisfaz o objetivo acima mencionado. Em uma modalidade preferida da invenção, a primeira composição de resina é um material aglutinante que pode ser ativado termicamente, por exemplo, um termoplástico. Todavia, preferivelmente o material aglutinante é baseado em resinas de epóxi, em que o material aglutinante pode ser multiplamente fundido e pode ser convertido para um estado fixo por resfriamento para a temperatura ambiente. Composições de resina deste tipo, ou fibras de reforço que têm esses tipos de composições de resina, são expostas, por exemplo, in WO 2005/095080. WO 98/22644 também expõe esses tipos de composições de resina apropriadas como aglutinantes.

[25] A pelo menos uma fita de fibra sobre ou dentro da pelo menos uma primeira zona e assim a pelo menos uma segunda zona propriamente dita é arranjada, por exemplo, em regiões de especialmente alta tensão no componente subsequente produzido a partir da preforma de fibra ou no componente compósito de acordo com a invenção e é correspondentemente orientada nas direções de esforço que prevalecem ali. A pelo menos uma fita de fibra é assim preferivelmente arranjada em orientação com as forças ou direcionada de acordo com a carga na parede da preforma de fibra ou do componente compósito. Assim, a pelo menos uma fita de fibra ou as fitas de fibra podem se estender a partir de um lado ou borda da parede da preforma de fibra ou do componente compósito para outro lado ou borda da preforma de fibra ou do componente compósito e assim sobre a extensão inteira nesta região. As bordas podem assim definir o perímetro externo da preforma de

fibra; todavia elas podem também aparecer no interior da preforma de fibra por meio de rebaixos, abertura, projeções, dentre outros.

[26] A preforma de fibra de acordo com a invenção se distingue propriamente dito especialmente pelo fato de que ela pode ser flexivelmente adaptada para cargas locais no componente a ser produzido a partir da preforma de fibra. Por conseguinte, a preforma de fibra tem, em uma modalidade, pelo menos uma fita de fibra que termina com pelo menos uma das extremidades da mesma dentro da parede, e a dita fita de fibra assim não se estende a partir de uma borda da preforma de fibra para outra borda. A fita de fibra ou uma pluralidade de fitas de fibra se estende assim somente sobre partes da respectiva expansão ou extensão da parede na direção desta uma fita de fibra, ou dessas fitas de fibra, formando assim regiões em forma de ilha ou em forma de península. As extremidades da fita de fibra correspondem assim às extremidades de pelo menos um filamento de fio de reforço direcionado unidirecionalmente, formando esta fita de fibra. Por exemplo, é também possível, no caso em que uma preforma de fibra ou um componente compósito tem uma projeção para formar uma guarnição, estas fitas de fibra são aplicadas como reforço somente na região da projeção. As fitas de fibra ou pelo menos uma fita de fibra podem assim também ser aplicadas ou estendidas em um trajeto encurvado.

[27] Preferivelmente, a pelo menos uma fita de fibra tem um comprimento de pelo menos 7 cm e especialmente preferivelmente de pelo menos 10 cm. Em comprimentos mais curtos, a transmissão de força para as fitas de fibra em um componente é insuficiente. Em adição, a manipulação de fitas de fibra mais curtas, em particular na colocação automatizada, como é descrito, por exemplo, na DE 10 2007 012 608 B4, é difícil. A pelo menos uma fita de fibra tem especialmente preferivelmente um comprimento de pelo menos 20 cm. Como previamente explicado, um limite superior do comprimento de fita de fibra resulta a partir da geometria de componente em

casos individuais.

[28] A pelo menos uma fita de fibra pode compreender, por exemplo, um único fio de reforço multifilamento que é espalhado e colocado plano, isto é, um único filamento de fio de reforço. Preferivelmente, todavia, a pelo menos uma fita de fibra compreende uma pluralidade de filamentos de fio de reforço arranjados lado a lado e paralelos entre si.

[29] Em uma modalidade da preforma de fibra de acordo com a invenção ou do componente compósito, a pelo menos uma segunda zona pode assim compreender uma fita de fibra individual, que pode também compreender uma pluralidade de fios de reforço multifilamentos aplicados uns após os outros e uns sobre os outros. Preferivelmente, todavia, a pelo menos uma segunda zona compreende uma pluralidade de fitas de fibra arranjadas em camadas umas sobre as outras, em que o número das camadas bem como sua largura resulta a partir das respectivas cargas no componente subsequente.

[30] Como explicado, devido à construção específica da preforma de fibra de acordo com a invenção, a construção apropriada à carga da preforma de fibra bem como dos componentes produzidos a partir da mesma é possível de uma maneira simples. Isto é obtido aqui pelo fato de que a pelo menos uma fita de fibra é preferivelmente arranjada na parede da preforma de fibra ou do componente compósito em orientação com as forças, ou direcionada de uma maneira apropriada à carga. Em uma modalidade, por conseguinte, a parede da preforma de fibra ou do componente compósito compreende pelo menos duas fitas de fibra e a orientação do pelo menos um filamento de fio de reforço direcionado unidirecionalmente de pelo menos uma fita de fibra, é diferente da orientação do pelo menos um filamento de fio de reforço direcionado unidirecionalmente de outra fita de fibra. Em uma modalidade, dentro da segunda zona, fitas de fibra que são arranjadas em camadas umas sobre as outras, ou os filamentos de fio de reforço direcionados

unidirecionalmente, dentro das, e conformando as, ditas fitas de fibra, podem assim ter diferentes orientações. Em uma outra modalidade, no caso de uma pluralidade de segundas zonas sobre e/ou na parede da preforma de fibra ou do componente compósito, fitas de fibra de diferentes segundas zonas, ou os filamentos de fio de reforço direcionados unidirecionalmente, de diferentes segundas zonas dentro das, e conformando as, fitas de fibra, podem ter diferentes orientações. Os filamentos de fio de reforço, diferentemente orientados, podem formar, por exemplo, um ângulo α na faixa de 5° a 175° , e preferivelmente 20° a 160° , entre si. Isto naturalmente também compreende modalidades em que fitas de fibra dentro de uma segunda zona e aquelas de diferentes segundas zonas têm orientações diferentes entre si.

[31] Em uma outra modalidade preferida, pelo menos um filamento de fio de reforço direcionado unidirecionalmente de pelo menos uma fita de fibra, ou pelo menos uma fita de fibra, em relação à sua extensão longitudinal, não é direcionado paralelo a qualquer das bordas da preforma de fibra ou do componente compósito.

[32] De acordo com a invenção, os filamentos de fio de reforço direcionados unidirecionalmente, ou a pelo menos uma fita de fibra têm uma segunda composição de resina. Por meio disto, uma colocação e fixação seguras da pelo menos uma fita de fibra são permitidos e a estabilização da preforma de fibra é obtida. Dependendo da aplicação, a fita de fibra pode ser um assim chamado pré-impregnado unidirecional, em que as fibras de reforço orientadas unidirecionalmente já estão impregnadas com resina de matriz e a concentração da resina de matriz no pré-impregnado já corresponde substancialmente à concentração no componente, isto é, na faixa de aproximadamente 25 a 45 % em peso. Preferivelmente, todavia, a pelo menos uma fita de fibra da preforma de fibra de acordo com a invenção tem a segunda composição de resina em uma concentração de 1 a 10 % em peso em relação à proporção de fibra. A segunda composição de resina então funciona

como um material aglutinante. Em concentrações deste tipo, a boa manipulação e boa fixação, previamente mencionadas, são garantidas, por um lado. Por outro lado, a pelo menos uma fita de fibra tem uma suficiente estabilidade e existe uma boa infiltração com a resina de matriz durante o subsequente processamento de componente.

[33] A proporção de fibras de reforço na pelo menos uma fita de fibra da pelo menos uma segunda zona da preforma de fibra deve ser inferior a 70 % em vol, de forma que, no componente acabado, depois da infiltração com resina de matriz, um embutimento substancialmente completo das fibras de reforço na resina de matriz é garantido. Por outro lado, a proporção de fibras deve ser tão alta quanto possível de forma que um efeito de reforço tão alto quanto possível seja atingido no dado volume. Não menos importante, mas também sob consideração da capacidade de manuseio prática, as proporções em volume de fibras de reforço na pelo menos uma fita de fibra da preforma de fibra ou do componente compósito foram mostradas serem apropriadas na faixa de 40 a 65 % em vol e preferivelmente na faixa de 50 a 65 % em vol.

[34] Com relação à segunda composição de resina, ela pode, como a primeira composição de resina, ser um material aglutinante que pode ser ativado termicamente, por exemplo, um termoplástico. Um material aglutinante à base de resinas de epóxi é igualmente preferido, em que o material aglutinante pode ser multiplamente fundido e pode ser convertido para um estado fixo por resfriamento para a temperatura ambiente. Também, com relação à segunda composição de resina ou com relação às fitas de fibra que têm essas composições de resina, os fios e composições de resina expostos, por exemplo, no WO 2005/095080, podem ser considerados. Preferivelmente, a primeira composição de resina e a segunda composição de resina são quimicamente similares e especialmente preferivelmente idênticas. Composições de resina ou materiais aglutinantes apropriados são também

descritos, por exemplo, no já mencionado WO 98/22644.

[35] Com relação às fibras de reforço ou fios de fibra de reforço usados na preforma de fibra de acordo com a invenção ou no componente compósito de acordo com a invenção, as ditas fibras ou fios podem ser aqueles à base de carbono, vidro, aramida, cerâmica, boro, aço ou à base de polímeros sintéticos, como poliamida, poli-hidroxi éter, polietileno, em particular polietileno UHMW, ou poliéster, ou uma combinação desses materiais, por exemplo, na forma de fios misturados (fios coentremeados). Em uma modalidade preferida, as fibras de reforço dos feixes de fibras de reforço e/ou os filamentos de fio de reforço da pelo menos uma fita de fibra são fibras de carbono. Neste caso, as fibras de carbono podem ser aquelas que são obtidas a partir de piche, poliacrilonitrila ou pré-produtos de viscosa.

[36] A combinação de feixes de fibras de reforço, isotropicamente rígidos, e fitas de fibra ou filamentos de fio de reforço direcionados em orientação com as forças, permite uma produção barata de preformas de fibra, produção esta que pode simultaneamente ser adaptada às cargas específicas no componente subsequente. Assim, as primeiras zonas podem ser conformadas de forma barata com feixes de fibras de reforço, por exemplo, através de assim chamados processos de pulverização de fibra, em que fios de fibra de reforço aplicados com a primeira composição de resina são alimentados a um cabeçote de corte, cortados em feixes correspondentemente medidos que têm o desejado comprimento, e finalmente pulverizados em uma ferramenta adaptada aos contornos finais da preforma de fibra. Alternativamente, um preenchimento feito de correspondentes feixes de fibras de reforço pode também ser depositado na ferramenta. Em ambos os casos, o posicionamento dos feixes de fibras de reforço pode ser suportado através da aplicação de vácuo à ferramenta, que é perfurada, neste caso.

[37] Ao mesmo tempo, ou também, por exemplo, subsequentemente, em regiões em que existirá carga elevada no componente

subsequente, fitas de fibra podem ser aplicadas, orientadas na direção das cargas, em que, para esta finalidade, os conhecidos métodos da arte anterior podem ser usados, como um método de aplicação exposto no WO 2007/101578 usando um método de pulverização por chama para depositar a segunda composição de resina durante a aplicação, ou o método exposto na DE 10 2007 012 608 B4, no qual as fitas de fibra ou os filamentos de fibra de reforço, que são providos com um material aglutinante que pode ser ativado termicamente, por exemplo, com um termoplástico, assim uma segunda composição de resina, são posicionados por meio de um dispositivo de aplicação automatizado sobre um cabeçote horizontal. Métodos deste tipo são também conhecidos sob a designação “métodos de colocação de fibra”.

[38] Desta maneira, em contraste com as preformas de fibra da arte anterior, preformas de fibra tendo, em princípio, qualquer possível geometria de superfície plana ou bidimensional, ou preferivelmente tendo uma geometria de superfície tridimensional que diverge da geometria de superfície plana, podem ser produzidas por meio da presente invenção. A preforma de acordo com a invenção e também o componente compósito de acordo com a invenção pode ter diferentes espessuras de parede sobre a extensão da parede da mesma ou também projeções, abertura, etc. Uma preferida preforma de fibra, por conseguinte tem em particular diferentes espessuras de parede na região da pelo menos uma primeira zona.

[39] Por meio disto, a preforma de fibra de acordo com a invenção ou o componente compósito de acordo com a invenção pode ser disponível em uma pluralidade de diferentes modalidades. Por flexivelmente controlar a primeira e segundas zonas umas em relação às outras, uma adaptação simples às cargas no componente pode ser obtida. Assim, de acordo com locais de carga, uma adaptação pode ser efetuada através do aumento da espessura de parede através de proporções adicionais de primeiras zonas, isto é, por adição de feixes de reforço. Igualmente, um reforço é possível em regiões específicas

através de segundas zonas tendo fitas de fibra orientadas na direção de carga. Por meio disto, dependendo do componente específico ou dependendo da preforma de fibra específica, a proporção de primeiras zonas tendo feixes de fibras de reforço pode superar a proporção de segundas zonas tendo fitas de fibra feitas de filamentos de fio de reforço, ou vice-versa. A chave para determinar a modalidade neste caso são as cargas pré-ditas no componente final bem como as metas a serem atingidas com relação a, por exemplo, espessuras de parede, peso, volume, etc. e não por último também com relação aos custos de fabricação do componente.

[40] A invenção será agora descrita em mais detalhe por meio das seguintes a figuras, em que as figuras não devem ter caráter limitativo. Em representação esquemática simplificada:

A figura 1 mostra uma vista superior de uma preforma de fibra de acordo com a invenção no formato de um segmento de calota encurvado.

A figura 2 mostra uma seção transversal através do segmento de preforma de fibra mostrado na figura 1 ao longo da linha A - A.

A figura 1 mostra esquematicamente uma preforma de fibra 1 no formato de um segmento de calota encurvado tendo uma primeira superfície 2 e uma segunda superfície 3 e uma espessura se estendendo entre as superfícies. A partir de uma vista superior da primeira superfície 2, as primeiras zonas 4 feitas de feixes de fibras de reforço 5 podem ser reconhecidas, os ditos feixes sendo, em média, isotropicamente orientados em diferentes direções. Os feixes de fibras de reforço 5 são construídos de filamentos de reforço 6, cortados curtos, que correm paralelos entre si, em que o número de filamentos de fibra de reforço no feixe pode está situado na faixa de 500 a 50.000. Os feixes de fibras de reforço 5 são providos com uma primeira composição de resina, por meio da qual uma boa adesão dos feixes de fibras de reforço uns aos outros é obtida e a preforma de fibra obtém suficiente estabilidade para ulterior manipulação.

[41] No presente exemplo, a preforma de fibra 1 tem duas segundas zonas 7a, 7b sobre sua primeira superfície 2 na forma de fitas de fibra que compreendem filamentos de fio de reforço 8a, 8b, direcionados unidirecionalmente. No exemplo mostrado, a segunda zona 7a se estende sobre a superfície 2 a partir de uma borda para a borda oposta, enquanto a segunda zona 7b somente se estende sobre um segmento da superfície e extremidades dentro da parede. Os filamentos de fio de reforço 8a, 8b das segundas zonas 7a, 7b são orientados em diferentes direções e não são direcionados paralelos a quaisquer das bordas da preforma de fibra.

[42] A figura 2 mostra uma seção transversal através do segmento de preforma de fibra esquematicamente representado na figura 1. Por conseguinte, as mesmas partes são providas com os mesmos números de referência. A preforma de fibra 1 está presente como um segmento encurvado tendo uma primeira superfície 2 e uma segunda superfície 3, entre as quais se estenda espessura da parede da preforma de fibra. A parede é construída de uma primeira zona 4 e segundas zonas 7a, 7b, 9, 10, em que na representação de seção transversal é claro que a primeira zona 4 forma, sobre a parede inteira, uma região contínua feita de feixes de fibras de reforço 5 e a dita zona pode ser designada como uma fase contínua. Em contraste, as segundas zonas 7a, 7b, 9, 10 são embutidas como regiões discretas na primeira zona 4. Na figura 2, em adição às zonas 7a, 7b mostradas na figura 1 sobre a primeira superfície 2, duas segundas zonas adicionais 9, 10 são representadas na parede interior, zonas estas que são completamente circundadas pela primeira zona 4. As segundas zonas 7a, 7b, 9, 10 são construídas a partir dos filamentos de fio de reforço 8, 8a, 8b que são arranjados uns sobre os outros em várias camadas.

[43] A preforma de fibra mostrada nas figuras 1 e 2 tem uma espessura relativamente grande. Por conseguinte, neste exemplo, os feixes de fibras de reforço 5 são também orientados substancialmente isotropicamente sobre a seção transversal de parede na vista em seção transversal.

REIVINDICAÇÕES

1. Preforma de fibra para produzir estruturas compósitas de fibra, caracterizada pelo fato de a parede da mesma ser feita de fibras de reforço,

em que a parede tem uma primeira superfície, uma segunda superfície se situando oposta à primeira superfície e uma espessura se estendendo entre as superfícies, e é limitada por bordas,

em que a parede compreende pelo menos uma primeira zona feita de feixes de fibras de reforço tendo uma primeira composição de resina e pelo menos uma segunda zona feita de pelo menos uma fita de fibra compreendendo pelo menos um filamento de fio de reforço direcionado unidirecionalmente, tendo uma segunda composição de resina,

em que os feixes de fibras de reforço na pelo menos uma primeira zona são orientados em diferentes direções espaciais um a partir do outro quando visualizados em uma direção paralela à extensão de espessura,

em que cada feixe de fibras de reforço compreende filamentos de fibra de reforço direcionados paralelos entre si, tem um comprimento na faixa de 3 a 50 mm, e contém a primeira composição de resina em uma concentração na faixa de 1 a 10 % em peso em relação ao peso de fibra,

em que a parede da preforma de fibra tem uma proporção de fibras de reforço superior a 35 % em vol, e

em que a pelo menos uma segunda zona forma uma região discreta quando visualizados em uma direção perpendicular à extensão de espessura da parede e pelo menos uma fita de fibra termina com pelo menos uma extremidade da mesma dentro da parede.

2. Preforma de fibra de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a parede da mesma compreende pelo menos duas fitas de fibra e a orientação do pelo menos um filamento de fio de reforço direcionado unidirecionalmente de pelo menos uma fita de fibra é

diferente da orientação do pelo menos um filamento de fio de reforço direcionado unidirecionalmente de outra fita de fibra.

3. Preforma de fibra de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que o pelo menos um filamento de fio de reforço direcionado unidirecionalmente de pelo menos uma fita de fibra não é direcionada paralelo a qualquer das bordas.

4. Preforma de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que as fibras de reforço dos feixes de fibras de reforço e/ou os filamentos de fio de reforço da pelo menos uma fita de fibra são fibras de carbono.

5. Preforma de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que a pelo menos uma primeira zona dentro da parede forma uma região contínua formada a partir de feixes de fibras de reforço e a parede compreende pelo menos uma segunda zona discreta arranjada dentro e/ou sobre a região contínua feita de feixes de fibras de reforço.

6. Preforma de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo fato de que cada feixe de fibras de reforço tem um comprimento na faixa de 10 a 50 mm.

7. Preforma de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de que a parede tem uma pluralidade de grupos de feixes de fibras de reforço tendo comprimentos diferentes entre si.

8. Preforma de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que cada feixe de fibras de reforço tem 500 a 24.000 filamentos de fibra de reforço.

9. Preforma de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizada pelo fato de que a parede tem diferentes grupos de feixes de fibras de reforço tendo diferentes números de filamentos

de fibra de reforço um a partir do outro.

10. Preforma de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizada pelo fato de que a parede na pelo menos uma primeira zona tem uma proporção de fibras de reforço de pelo menos 45 % em vol.

11. Preforma de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizada pelo fato de que os feixes de fibras de reforço contêm a primeira composição de resina em uma concentração na faixa de 2 a 5 % em peso em relação à proporção de fibra.

12. Preforma de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizada pelo fato de que a pelo menos uma fita de fibra compreende uma pluralidade de filamentos de fibra de reforço arranjados um ao lado do outro.

13. Preforma de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizada pelo fato de que a pelo menos uma fita de fibra tem um comprimento de pelo menos 7 cm.

14. Preforma de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizada pelo fato de que a pelo menos uma fita de fibra tem a segunda composição de resina em uma concentração de 1 a 10 % em peso em relação à proporção de fibra.

15. Preforma de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizada pelo fato de que a primeira composição de resina e a segunda composição de resina são idênticas.

16. Componente compósito, caracterizado pelo fato de que pode ser produzido a partir de uma preforma de fibra como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 15.

17. Componente compósito, caracterizado pelo fato de que a parede do mesmo é construída de fibras de reforço embutidas em uma matriz de polímero,

em que a parede tem uma primeira superfície, uma segunda superfície se situando oposta à primeira superfície e uma espessura se estendendo entre as superfícies, e é limitada por bordas,

em que a parede compreende pelo menos uma primeira zona feita de feixes de fibras de reforço e pelo menos uma segunda zona feita de pelo menos uma fita de fibra compreendendo pelo menos um filamento de fio de reforço direcionado unidirecionalmente,

em que os feixes de fibras de reforço na pelo menos uma primeira zona são orientados em diferentes direções espaciais um a partir do outro quando visualizados em uma direção paralela à extensão de espessura,

em que cada feixe de fibras de reforço compreende filamentos de fibra de reforço direcionados paralelos entre si e tem um comprimento na faixa de 3 a 50 mm,

em que a parede do componente compósito tem uma proporção de fibras de reforço superior a 35 % em vol, e

em que a pelo menos uma segunda zona forma uma região discreta quando visualizados em uma direção perpendicular à extensão de espessura da parede e pelo menos uma fita de fibra termina com pelo menos uma extremidade da mesma dentro da parede.

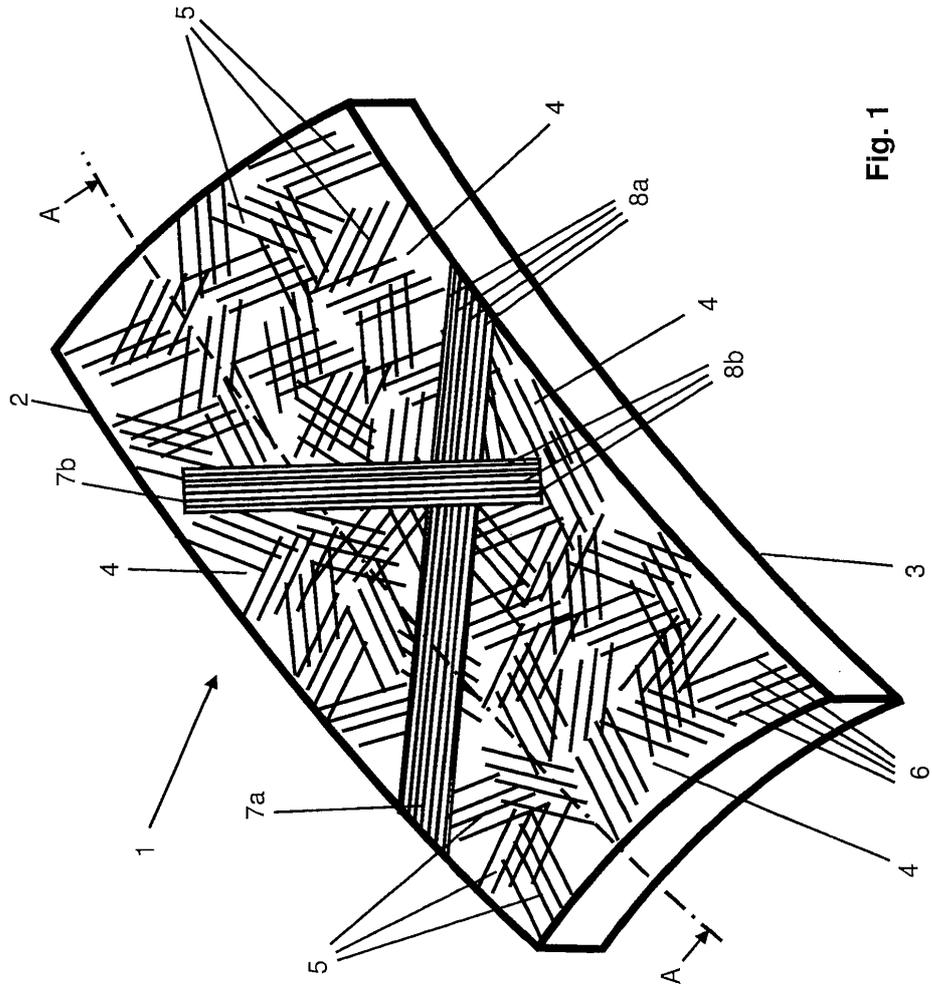


Fig. 1

• • • • •

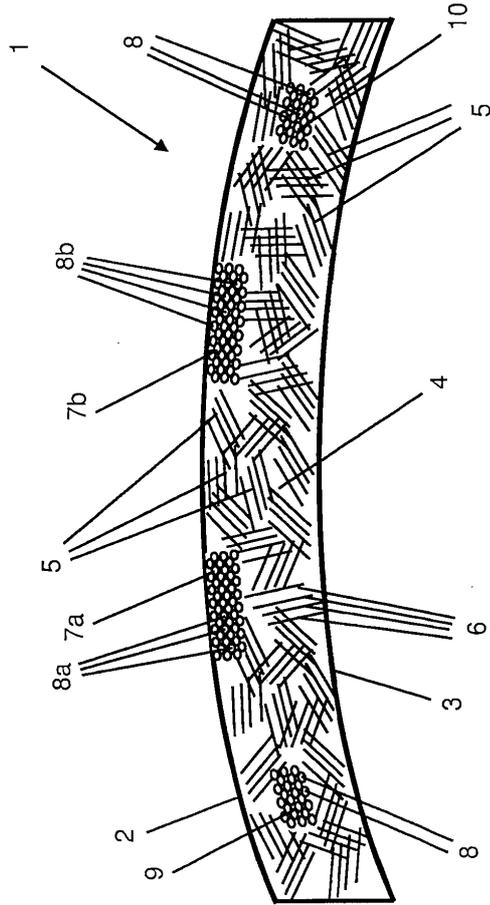


Fig. 2