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

(11) PI 0715595-6 B1

(22) Data do Depósito: 20/06/2007

(45) Data de Concessão: 25/06/2019

(54) Título: TEXTURA DE FIBRA DE REFORÇO COM TECELAGEM DE MÚLTIPLO-CETIM PARA UMA PEÇA EM MATERIAL COMPOSTO

(51) Int.Cl.: D03D 25/00; D03D 11/00; D03D 13/00.

(30) Prioridade Unionista: 21/06/2006 FR 0652573.

(73) Titular(es): HERAKLES.

(72) Inventor(es): DOMINIQUE COUPE; FRANÇOIS CHARLEUX; JEAN- PHILLIPPE RICHARD.

(86) Pedido PCT: PCT FR2007051477 de 20/06/2007

(87) Publicação PCT: WO 2007/148019 de 27/12/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/01/2009

(57) Resumo: TEXTURA DE FRIBRA DE REFORÇO COM TECELAGEM DE MÚLTIPLO-CETIM PARA UMA PEÇA EM MATERIAL COMPOSTO. Testura de fibra para uma peça em material composto é feita por tecelagem tridimensional multi-camada com um tecido tipo cetim ou um tecido tipo múltiplo-cetim. A textura compreende pelo menos camadas de fios trançados T entrelaçados por fios torcidos C, cada fio torcido seguradndo alternadamente um fio trançado em n de uma primeira camada de fios trançados e um fio em n de uma segunda camada de fios trançados adjacentes a primeira, o número n sendo um número inteiro não menor do que 3. Os caminhos dos fios torcidos são similiares e são desalinhados na direção de torção.

"TEXTURA DE FIBRA DE REFORÇO COM TECELAGEM DE MÚLTIPLO-CETIM PARA UMA PEÇA EM MATERIAL COMPOSTO".

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

A invenção refere-se à confecção de peças de material composto e, mais particularmente, a confecção de texturas de fibra de reforço para tais peças.

O campo de aplicação da invenção é aquele da confecção de peças estruturais de material composto compreendendo reforço de fibra e uma matriz de resina. Tais peças são usadas em numerosos campos e, em particular, no campo da aviação. A textura de fibra de reforço é espessada com a matriz de resina por quaisquer meios conhecidos, por exemplo, pela moldagem de transferência de resina (RTM).

Um outro campo de aplicação da invenção é a fabricação de peças de material composto termo estrutural, isto é, de um material tendo propriedades mecânicas que permitem que o mesmo seja constituído de elementos estruturais e tendo a capacidade de conservar aquelas propriedades em altas temperaturas. Os materiais compostos termo estruturais são tipicamente materiais compostos de carbono/carbono (C/C) tendo reforço de carbono espessado com uma matriz de carbono, e materiais compostos de matriz cerâmica (CMC) tendo reforço de fibra refratária (fibras de carbono ou fibras de cerâmica) espessado com uma matriz cerâmic a. As peças feitas de material composto termo estrutural são usadas em particular no campo de aviação e espaço. A textura de fibra de reforço pode ser espessada com a matriz constituindo o material pela infiltração de vapor químico (CVI) ou por uma técnica líquida, como é bem conhecido. O espessamento por uma técnica líquida consiste na impregnação da estrutura de fibra com um composto líquido contendo um precursor para o material constituindo a matriz, tipicamente uma resina, e o precursor é transformado pelo tratamento por calor.

Para peças de material composto apresentando uma certa quantidade de espessura, é conhecido fazer a textura de fibra de reforço como uma pluralidade de camadas superpostas que são unidas uma na outra, de modo a impedir que as camadas se separem.

Assim, propostas têm sido feitas, por exemplo, nos documentos US 4.848.414, US 5.899.241 e EP 1 526 285, de se fazer uma textura de reforço para a tecelagem tridimensional com fios torcidos que entrelaçam fios trançados pertencendo a uma

pluralidade de diferentes camadas de fios trançados. O tecido é de um tipo entrelaçado com fios trançados sendo dispostos em uma relação balanceada em sucessivos planos trançados.

A US 5.102.725 também descreve uma textura de fibra de reforço com tecelagem do tipo cetim que é localmente tridimensional. A textura de fibra é constituída por duas camadas de fios trançados entrelaçados em certos pontos por um primeiro fio torcido segurando alternativamente um fio em quatro da primeira camada de fio trançado e de um fio em oito da segunda camada de fio trançado. Os fios trançados da segunda camada de fios trançados são também tecidos com um segundo fio torcido usando tecelagem tridimensional do tipo de cetim convencional, os dois fios torcidos se estendendo principalmente entre as duas camadas de fios trançados. Na segunda camada de fios trançados, os mesmo fios trançados são segurados pelos primeiro e segundo fios torcidos, desse modo criando irregularidades na superfície. Adicionalmente, a técnica descrita de tecelagem com fios torcidos se estendendo entre as duas camadas de fios trançados é adequada especificamente para fazer uma textura de fibra de espessura que é limitada a duas camadas de fios trançados.

Vários aspectos necessitam ser levados em consideração quando fazendo tais texturas de fibra de reforço para peças de material composto.

Assim, a tecelagem tridimensional deve ser provida com entrelaçamento satisfatório entre as camadas, de modo a se opor à delaminação, mas sem que o comportamento mecânico seja a fetado em direções paralelas aos planos das camadas.

Adicionalmente, para peças de material composto que devem apresentar um estado de superfície macia, é desejável evitar que a textura de fibra de reforço apresente grandes irregularidades de superfície que requeiram operações adicionais, de modo a eliminar tais irregularidades, por exemplo, após um estágio de espessamento inicial ou um estágio de consolidação, operações tais como aparar a superfície ou adicionar uma dobra bidimensional na superfície, por exemplo, em uma prega de roupa, antes de concluir o espessamento.

OBJETIVO E SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um objetivo da invenção é prover uma textura de fibra de reforço feita pelo menos

em parte por uma tecelagem tridimensional e apresentando um bom termo de compromisso comum entre as restrições acima.

De acordo com a invenção, esse objetivo é alcançado pelo fato de que a tecelagem tridimensional é uma tecelagem de camadas múltiplas com um tecido do tipo cetim, ou com um tecido do tipo cetim múltiplo, compreendendo:

- pelo menos uma primeira, uma segunda e uma terceira camadas adjacentes de fios trançados com fios trançados das primeira, segunda e terceira camadas sendo dispostos em colunas, cada uma compreendendo um fio trançado a partir de cada uma das ditas camadas;

- um primeiro conjunto de fios torcidos cada um segurando alternativamente um fio torcido em n da primeira camada de fios torcidos e de um fio torcido em n da segunda camada de fios torcidos adjacentes à primeira; e

- um segundo conjunto de fios torcidos cada um segurando alternativamente um fio trançado em n da segunda camada de fios trançados e de um fio trançado em n da terceira camada de fios trançados adjacentes à segunda;

- ambos os conjuntos de fios torcidos seguindo caminhos similares que são deslocados com relação um ao outro na direção de torção, tal que em um dado plano trançado, os fios da segunda camada de fios trançados que são seguros por um fio torcido do primeiro conjunto e por um fio torcido do segundo conjunto são diferentes; e

- o número n sendo um número inteiro não menor do que 3.

Vantajosamente, os fios trançados mantidos por um mesmo fio torcido em duas das ditas camadas de fios trançados são localizados em colunas não adjacentes de fios trançados.

Preferencialmente, n é não menor do que 5.

O uso de um tecido tipo cetim múltiplo apresenta diversas vantagens

Primeiramente, na direção de torção, o comportamento mecânico de um tecido de cetim é conservado, enquanto entrelaçando as camadas de fio trançado.

Adicionalmente, um tecido tipo cetim permite que a roupa conserve um bom grau de deformabilidade de modo a permitir que a mesma combine formas que não são planas.

Para uma textura de fibra tendo uma parte interna, ou núcleo, e uma parte externa,

ou película, adjacente a uma superfície externa da textura de fibra, o núcleo é vantajosamente feito pelo menos em parte de tal tecido de cetim múltiplo.

A película pode então ser formada por tecelagem bidimensional. A tecelagem da película pode usar um tecido tipo cetim, contribuindo para dar a uma superfície aparência que é suave, e o passo de cetim na película é então vantajosamente igual ao passo do cetim em uma parte de núcleo da textura de fibra adjacente à película. Em uma variante, a película pode ser tecida com um tecido plano provendo fácil acesso ao gás através da película quando executando o espessamento CVI.

É possível induzir o tecido de cetim múltiplo a variar dentro do núcleo da textura de fibra, por exemplo, pela formação de duas partes de núcleo pela tecelagem de cetim múltiplo com respectivas diferenças de passo.

De acordo com uma característica da textura de fibra, o núcleo é tecido com fios feitos de fibras descontínuas, enquanto a película é tecida com fios feitos de filamentos contínuos. O uso de fios feitos de fibras descontínuas no núcleo torna possível, pelo inchaço das fibras, subdividir os poros dentro do núcleo, enquanto o de fios feitos de filamentos contínuos na película encoraja o acesso ao gás durante o espessamento CVI e um estado de superfície que é livre de irregularidades significativas. É assim possível obter uma redução no gradiente do espessamento CVI entre o núcleo e a película.

De acordo com uma outra característica da textura de fibra, pelo menos uma da estrutura torcida e da estrutura trançada varia em espessura da textura de fibra. A estrutura pode variar na direção da diminuição do número de fios por unidade de comprimento entre o núcleo e a película, desse modo aumentando o acesso ao gás para o núcleo da estrutura de fibra durante o espessamento CVI.

De acordo com uma outra característica da textura de fibra, as várias partes da estrutura de fibra são feitas usando fios tendo diferentes naturezas químicas, em particular para o propósito de dar às mesmas propriedades desejadas especiais, em particular resistência à oxidação ou ao desgaste.

De acordo com uma ainda outra característica da textura de fibra, os fios usados para a tecelagem apresentam uma contagem de fio que varia entre as estruturas de fibra. Em particular, os fios podem se tornar mais finos a partir de uma parte de núcleo para

uma parte de película da textura de fibra, de modo a facilitar o acesso ao gás para o núcleo durante o espessamento CVI.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Modalidades da invenção serão descritas abaixo por meio de uma indicação não limitativa. Referência é feita aos desenhos anexos, nos quais:

A Figura 1 ilustra um tecido tridimensional da técnica anterior do tipo de entrelaçamento;

A Figura 2 ilustra um plano de um tecido de textura de fibra obtido pela tecelagem de múltiplas camadas do tipo cetim;

A Figura 3 ilustra um plano de um tecido de textura de fibra obtido pela tecelagem de múltiplas camadas com um tecido de cetim múltiplo em uma modalidade da invenção;

As Figuras 4A a 4P ilustram planos sucessivos de um tecido de uma textura de fibra em uma outra modalidade da invenção com tecelagem de cetim múltiplo em seu núcleo e tecelagem bidimensional com um tecido de cetim em sua película; e

As Figuras 5A a 5L ilustram planos sucessivos de um tecido de uma textura de fibra em uma outra modalidade da invenção com um tecido que combina dois diferentes tecidos de cetim múltiplo em seu núcleo e uma tecelagem bidimensional com um tecido plano em sua película.

DEFINIÇÕES

O termo "tecelagem bidimensional" ou " tecelagem 2D" é usado aqui para designar uma técnica de tecelagem convencional em que cada fio torcido passa de um lado para o outro dos fios em uma única camada trançada.

O termo "tecelagem tridimensional" ou " tecelagem 3D" é usado aqui para designar uma técnica de tecelagem em que pelo menos alguns dos fios torcidos entrelaçam com fios torcidos sobre uma pluralidade de camadas torcidas.

O termo "tecelagem de entrelaçamento" é usado aqui para designar uma tecelagem 3D na qual cada uma das camadas torcidas se entrelaça com uma pluralidade de camadas trançadas com todos os fios de uma dada coluna torcida tendo o mesmo movimento no plano do tecido. A Figura 1 é uma vista de um dos oito planos de um tecido de entrelaçamento com sete camadas torcidas e oito camadas trançadas. No tecido de

entrelaçamento ilustrado, uma camada trançada T é feita de duas meias camadas trançadas adjacentes t que são deslocadas uma da outra na direção da torção. Existem assim 16 meias camadas trançadas posicionadas em uma configuração balanceada, cada fio torcido entrelaçando três camadas trançadas. Deve ser também possível adotar uma posição para os fios trançados que não estejam em uma configuração balanceada, os fios trançados de duas camadas adjacentes estando em alinhamento na mesma coluna.

O termo "tecelagem de múltiplas camadas" é usado aqui para designar uma tecelagem 3D com uma pluralidade de camadas trançadas com o tecido base de cada camada sendo equivalente a um tecido 2D convencional, mas com certos pontos de entrelaçamento do tecido entrelaçando as camadas trançadas uma na outra.

O termo "estrutura" é usado aqui para designar o número de fios por unidade de comprimento tanto na direção de trançamento quanto na direção de torção, tal que uma estrutura de baixa contagem (ou aberta) significa que existem menos fios, e assim que a roupa é mais aberta em comparação com uma estrutura tendo uma alta contagem (isso é, uma estrutura fechada).

O termo "filamentos contínuos" é usado aqui de uma maneira convencional para designar elementos de fibra tendo comprimento muito grande em comparação com seu diâmetro. Assim, no exemplo de uma textura de reforço constituindo uma preforma para uma peça de material composto e feita usando filamentos contínuos, pelo menos uma grande maioria dos filamentos se estende continuamente para dentro da preforma, sendo interrompido somente nos limites geométricos da preforma. Os filamentos contínuos que não são naturais são convencionalmente obtidos pela fiação de um material sintético, possivelmente seguido de uma ou mais operações psico químicas (estiramento, oleamento, tratamento de calor, ...).

Fios feitos de filamentos contínuos, ou fios de múltiplos filamentos, são feitos pela montagem conjunta de filamentos contínuos lado a lado, com ou sem torção.

O termo "fibras descontínuas" é usado aqui de maneira convencional para designar elementos de fibra que, com fibras não naturais, são feitos por filamentos contínuos cortados ou quebrados por estiramento. Fibras descontínuas ou fibras curtas convencionalmente têm um comprimento de uns poucos milímetros até uns poucos

décimos de milímetro.

Fios feitos de fibras descontínuas, ou fios de fibra, são feitos pela montagem das fibras descontínuas pela torção ou pelo revestimento, onde o revestimento consiste em transmitir coesão pelo enrolamento de um fio de revestimento ao redor de um conjunto de fibras descontínuas, que podem não ser torcidas ou podem ser levemente torcidas.

Por todo o relatório descritivo e em todos os desenhos, por convenção e por razões de conveniência, somente os fios torcidos que são defletidos a partir de seus caminhos para segurar os fios trançados de uma camada trançada ou de uma pluralidade de camadas trançadas são mencionados e ilustrados. Entretanto, a função dos fios trançados e dos torcidos pode ser invertida e tal inversão deve ser considerada como estando coberta pelas reivindicações.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES DA INVENÇÃO

O campo de aplicação da invenção é aquele da confecção de texturas de fibra adequadas para constituir reforços de fibras, ou preformas, para a fabricação de peças de material composto, as peças sendo obtidas pelo espessamento das texturas de fibra com a matriz. A matriz pode ser uma resina, para materiais compostos que são usados em relativamente baixas temperaturas, tipicamente até 300 °C, ou ele pode ser um material refratário tal como carbono ou cerâmica para materiais compostos termo estruturais.

A confecção de textura de fibra por tecelagem 3D torna possível, em uma operação de tecelagem única, obter o entrelaçamento entre as camadas, e assim ter uma textura de fibra e uma peça de material composto resultante que apresente muito bom comportamento mecânico.

A Figura 2 ilustra um plano de um tecido 3D de múltiplas camadas em camadas de entrelaçamento do tipo cetim de fios trançados T (os fios trançados não sendo colocados em uma configuração balanceada).

Cada fio torcido é periodicamente defletido a partir de seu caminho sobre uma camada trançada alternativamente para segurar um fio trançado daquela camada trançada, e para segurar junto um fio trançado da dita camada trançada e o fio trançado situado na mesma coluna da camada trançada adjacente de base. Isso forma pontos convencionais únicos de entrelaçamento de cetim PS1 alternativamente com ponto duplos de

entrelaçamento de cetim PS2 unindo junto os fios de duas camadas trançadas adjacentes, e assim provendo o entrelaçamento entre as camadas trançadas.

Entretanto, os pontos de entrelaçamento de cetim PS2 constituem pontos singulares com fios trançados cruzados, desse modo dando margem ao surgimento de irregularidades significativas na textura de fibra que podem afetar o comportamento mecânico de uma peça que é obtida pelo espessamento de tal estrutura de fibra. Essa desvantagem é particularmente marcada quando os fios usados apresentam um considerável grau de rigidez, por exemplo, fios de cerâmica ou de pequena contagem. Isso então dificulta a transmissão de deformação nos pontos PS2 que não perturbem a disposição dos fios trançados.

Por essa razão, a invenção procura prover um tecido 3D com múltiplas camadas com um tecido do tipo cetim especial ou com um tecido de "cetim múltiplo", que evita tais desvantagens.

Um plano de tecido de "cetim múltiplo", de acordo com a invenção, é ilustrado na Figura 3.

Ele compreende pelo menos três camadas de fios trançados T (sete camadas no exemplo ilustrado) junto com fios torcidos C, cada um dos fios torcidos se estendendo principalmente entre duas camadas adjacentes respectivas dos fios trançados.

Cada fio torcido é defletido alternativamente em uma direção e na outra para segurar alternativamente um fio trançado em n de uma primeira camada de fios trançados e um fio trançado em n de uma segunda camada de fios trançados adjacentes ao primeiro, onde n é um número inteiro não menor do que 3, desse modo provendo o entrelaçamento entre essas duas camadas.

Uma vez que o número n é o mesmo para todos os fios torcidos, o trajeto ou movimento de todos os fios trançados é similar, enquanto estando deslocado na direção de torção entre fios trançados consecutivos, tal que os fios especiais de uma dada camada de fios torcidos que são tomados pelos fios torcidos seja diferente.

Em um tal tecido de cetim múltiplo, o termo "passo" é usado aqui para designar o intervalo entre dois pontos de cetim PS de um dado fio torcido medido como um número de colunas trançadas. No exemplo da Figura 3, o passo se alterna entre 6 e 10, dando um

passo médio de 8, isto é, n/2.

Os fios tomados na primeira camada de fios trançados e os fios tomados na segunda camada de fios por um dado fio torcido são situados em diferentes colunas de fios trançados, que são preferencialmente não adjacentes, de modo a impedir que o fio torcido siga um caminho que é muito sinuoso, o que pode dar margem a irregularidades. Assim, o número n é vantajosamente não menor do que 5, de modo a fazer essa condição mais fácil de ser satisfeita.

A jornada ou movimento de fios torcidos similares é a mesma em todos os planos de tecido de cetim múltiplo.

Comparado com um tecido de entrelaçamento da técnica anterior do tipo ilustrado na Figura 1, o tecido de cetim múltiplo torna possível conservar boas propriedades mecânicas na direção torcida e a conservar uma aparência de superfície que seja mais regular.

Adicionalmente, a textura de fibra apresenta pouco encolhimento por torção e apresenta deformabilidade que permite que o mesmo conjugue formatos que não são planos.

Para uma textura de fibra tendo uma parte interna, ou núcleo, e uma parte externa, ou película, adjacente a uma superfície externa da textura de fibra, a película pode ser feita pela tecelagem com um tecido que é diferente daquele do núcleo, por exemplo, um tecido bidimensional com um tecido plano, de cetim, ou do tipo de linhas diagonais, de modo a "fechar" a tecelagem na superfície, onde um tecido do tipo cetim também produz uma aparência de superfície que é suave. Uma variação de tecido na película pode ser obtida na superfície externa da textura de fibra de modo a transmitir propriedades específicas desejadas, por exemplo, indo de um tecido do tipo plano que aumenta o entrelaçamento mais justo, para um tecido do tipo cetim que aumenta um estado macio da superfície.

Quando a textura de fibra é para a fabricação de uma peça de material composto com uma matriz obtida por infiltração de vapor químico (CVI), é também vantajoso obter propriedades mecânicas que são tão pouco quanto possível não uniformes dentro da peça, de modo a aumentar o espessamento CVI com um gradiente de espessamento que é

tão menor quanto possível entre o núcleo da tex tura de fibra e sua pelíc ula.

Para essa finalidade, a tecelagem do núcleo pode ser executada com fios feitos de fibras descontínuas, de modo a encorajar a subdivisão de seus poros por fibras inchadas, e de modo a encorajar o acesso para a reação do gás. É possível fazer uso de fios feitos a partir de fibras descontínuas não tendo substancialmente qualquer torção, a coesão sendo provida por um fio de revestimento. O fio de revestimento é vantajosamente feito de um material de sacrifíci o que é eliminado após a tecelagem, desse modo permitindo que os poros da textura tecida sejam subdivididos e ajudando a reduzir o gradiente do espessamento CVI. Tais fios feitos a partir de fibras descontínuas com um fio de revestimento de sacrifício são descritos no docu mento EP 0 489 637.

É também vantajoso encorajar a obtenção de um estado de superfíci e, após o espessamento, que seja livre de irregularidades, isto é, um bom estado de acabamento de modo a evitar ou a limitar as operações de acabamento por máquina.

A película pode ser feita pelo tecelagem com fios feitos a partir de filamentos contínuos de modo a evi tar que a fibra descontinua inche.

Ainda para os propósitos de aumentar o acesso para a reação de gás, a película pode ser feita com uma estrutura torcida e/ou com uma estrutura trançada que apresenta uma contagem mais baixa do que o núcleo.

Pode ser desejável variar a contagem dos fios usados para a tecelagem da textura de fibra, em especial, pelo uso de fios com diferentes contagens do núcleo e da película e/ou entre o fio torcido e o fio trançado. Usando fios de espessura aumentada entre o núcleo e a película encoraja o acesso ao núcleo para o gás através da película quando o espessamento é executado por CVI. A contagem dos fios pode, portanto ser selecionada de modo a obter uma razão dentro de limites desejáveis entre a fração de volume das fibras torcidas e a fração de volume das fibras trançadas.

É também possível variar o tecido de cetim múltiplo dentro do núcleo, pela tecelagem de partes diferentes do núcleo com respectivos tecidos de cetim múltiplo diferentes.

É possível também induzir o tecido a variar na película junto com a superfície externa.

A natureza química dos fios é selecionada como uma função da aplicação pretendida. Pode ser desejável o uso de fios de diferentes naturezas químicas entre as partes diferentes da textura de fibra, em especial, entre a parte de núcleo e a parte de película, de modo a conferir propriedades mecânicas especiais para a peça de material composto resultante, em particular, propriedades de resistência a oxidação ou ao desgaste.

Assim, para uma peça de material composto termo estrutural com reforço de fibra refratária, é possível usar uma estrutura de fibra com fibras de carbono no núcleo e fibras de cerâmica, por exemplo, fibras de carbureto de silício (SiC), na película, de modo a aumentar a resistência ao desgaste da peça composta na dita parte de película.

Duas modalidades de uma estrutura de fibra de acordo com a invenção são descritas abaixo. Em ambos os exemplos, a tecelagem é executada em um tear do tipo Jacquard.

EXEMPLO 1

As Figuras 4A até 4P ilustram planos sucessivos de um tecido de textura de fibra 10 obtido por uma tecelagem 3D com tecido tridimensional de cetim múltiplo no núcleo e tecelagem bidimensional na película 14, 16.

A tecelagem no núcleo é feita com um tecido de cetim múltiplo tendo um passo 8, e a tecelagem da película é feita com um tecido de cetim tendo um passo 8.

Pode ser visto que os pontos de entrelaçamento de cetim formam padrões que são regulares e distribuídos nos planos de tecido sucessivos, sem qualquer alinhamento marcado na coluna ou na direção de profundidade (a partir de um plano de tecido para o outro).

A textura de fibra 10 compreende cinco camadas de fios trançados T1 a T5. No núcleo 12, situado entre películas opostas 14, 16, a tecelagem de cetim múltiplo é executada com fios feitos de fibras de carbono descontínuas mantidas juntas por um fio de revestimento de material de sacrifício, conforme descrito na EP 0 489 637, e com uma estrutura 10/10 em cada camada (dez fios por centímetro tanto na direção trançada quanto na direção torcida). Por meio de exemplo, o fio de revestimento é feito de um polímero solúvel, tal como o álcool polivinílico ou de um polímero que pode ser eliminado por tratamento por calor sem afetar o carbono das fibras, tal como um polietileno ou um

acetato de polivinila. Nas películas 14 e 16, o tecido de cetim é tecido usando fios feitos de filamentos contínuos de carbono e com uma estrutura 10/10. A tecelagem de entrelaçamento com o tecido de cetim envolve somente as camadas T1 e T5 dos fios trançados. Pode ser visto que a tecelagem de cetim múltiplo do núcleo se estende por todo o caminho para as camadas trançadas da película, de modo a entrelaçar essas camadas com as camadas do núcleo.

Naturalmente, os fios usados para a tecelagem no núcleo e na película podem todos ser do mesmo tipo em uma modalidade variante, isto é, eles podem todos ser feitos de fibras descontínuas ou de filamentos contínuos.

EXEMPLO 2

As Figuras 5A até 5L ilustram planos sucessivos de uma textura 20 obtida por tecelagem 3D de camadas múltiplas compreendendo camadas de 12 fios trançados U1 até U12. A Tabela abaixo resume os tecidos e as estruturas de tecelagem 3D usadas, a variação de tecido na textura 20 sendo simétrica em torno de um plano médio, com as películas 24, 26 estando situadas em ambos os lados do núcleo 22. Certas camadas trançadas têm números de fios trançados que diferem a partir dos números de outras camadas, levando à variação na estrutura trançada.

Camadas de fio trançado	Tecido de múltiplas camadas	Estrutura
U1	Plano	6,6/6,6
U2	Plano Múltiplo	6,6/6,6
U3	Cetim 5 Múltiplo	8/8
U4	Cetim 5 Múltiplo	8/8
U5	Cetim 6 Múltiplo	10/10
U6	Cetim 6 Múltiplo	10/10
U7	Cetim 6 Múltiplo	10/10
U8	Cetim 6 Múltiplo	10/10
U9	Cetim 5 Múltiplo	8/8
U10	Cetim 5 Múltiplo	8/8

U11	Plano múltiplo	6,6/6,6
U12	Plano	6,6/6,6

Nesse exemplo, o tecido de cetim múltiplo e a estrutura variam entre o núcleo e a película. Pode ser visto que variações no tecido e na estrutura são feitas para ser de algum modo progressiva pela adoção de 5 cetim para camadas trançadas U3, U4 e U9, U10 entre cetim 6 de camadas U5 a U8 e a película de tecido plano, desse modo evitando uma descontinuidade muito aguda entre o núcleo e a película.

Em uma variante, será possível usar um tecido do tipo de linhas diagonais para a tecelagem múltipla das películas.

REIVINDICAÇÕES

1. Textura de fibra para reforço para uma peça em material composto, a textura (10; 20) sendo formada pelo menos em parte por tecelagem tridimensional multi-camada com um tecido tipo cetim ou com um tecido tipo cetim múltiplo, **CARACTERIZADA** pela textura compreender:

- pelo menos uma primeira, segunda, e terceira camadas adjacentes de fios trançados com fios trançados das primeira, segunda e terceira camadas sendo dispostos em colunas em que cada uma compreende um fio trançado de cada uma das ditas camadas;

- um primeiro conjunto de fios torcidos em que cada um segura alternadamente com um fio torcido em n da primeira camada de fios torcidos e de um fio torcido em n da segunda camada de fios torcidos adjacentes a primeira; e

- um segundo conjunto de fios torcidos em que cada um segura alternadamente com um fio torcido em n da segunda camada de fios torcidos e de um fio torcido em n da terceira camada de fios torcidos adjacentes a segunda; e

- ambos conjuntos de fios torcidos seguindo caminhos similares que são desalinhados um em relação ao outro na direção de torção tal que num dado plano trançado, os fios da segunda camada de fios torcidos tomados por um fio torcido do primeiro conjunto e por um fio torcido do segundo conjunto são diferentes; e

- o número n sendo um número inteiro não menor do que 3.

2. Textura de fibra de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelos fios trançados seguros por um mesmo fio torcido em duas das ditas camadas de fios trançados estarem localizados em colunas não adjacentes de fios torcidos.

3. Textura de fibra de acordo com as reivindicações 1 e 2, **CARACTERIZADA** por n não ser menor do que 5.

4. Textura de fibra de acordo com as reivindicações 1 a 3,

CARACTERIZADA por possuir uma porção interna ou núcleo (12; 22) e uma porção externa ou película (14, 16; 24, 26) adjacente a uma superfície externa da textura de fibra, em que o núcleo é formado pelo menos em parte pelo dito tecido múltiplo-cetim.

5. Textura de fibra de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADA** pela película (14, 16; 24, 26) ser formada pela tecelagem bidimensional.

6. Textura de fibra de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADA** pela tecelagem da película (14, 16) apresentar um tecido tipo cetim.

7. Textura de fibra de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADA** pelo passo do cetim na película ser igual ao passo do cetim numa porção do núcleo adjacente à película.

8. Textura de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 7, **CARACTERIZADA** pelo núcleo (22) ter pelo menos primeira e segunda porções formadas por tecelagem múltiplo-cetim com respectivos passos do primeiro e segundo cetim diferentes.

9. Textura de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 8, **CARACTERIZADA** pelo núcleo ser tecido pelo menos em parte com fios feitos de fibras descontínuas, e a película ser tecida com fios feitos de filamentos contínuos.

10. Textura de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **CARACTERIZADA** por pelo menos uma das estruturas torcida e trançada variar na espessura da textura da fibra.

11. Textura de fibra de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADA** pela estrutura variar na direção decrescente do núcleo para a película.

12. Textura de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **CARACTERIZADA** pelas diferentes porções da textura de fibra serem feitas com fios de diferentes naturezas químicas.

13. Textura de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, **CARACTERIZADA** pelos fios utilizados para tecelagem apresentarem uma

contagem de fios que varia dentro da textura de fibra.

14. Peça em material compósito que apresenta uma textura de fibra de reforço, conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 13, **CARACTERIZADA** por ser espessada com uma matriz.

15. Peça de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADA** pelo material composto termoestrutural apresentar pelo menos uma matriz que é formada pelo menos em parte por infiltração química de vapor.

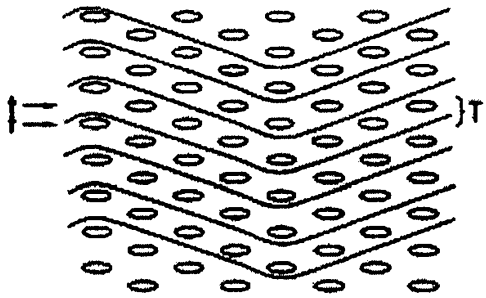


FIG.1

TÉCNICA ANTERIOR

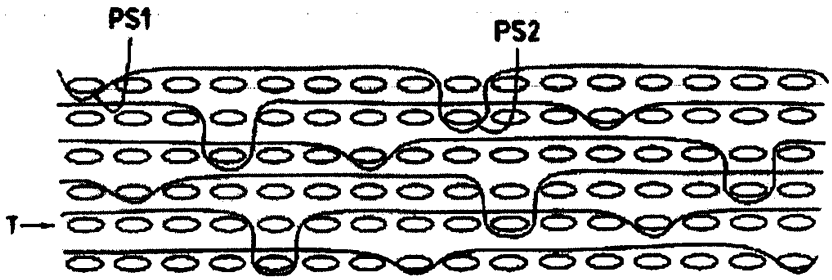


FIG.2

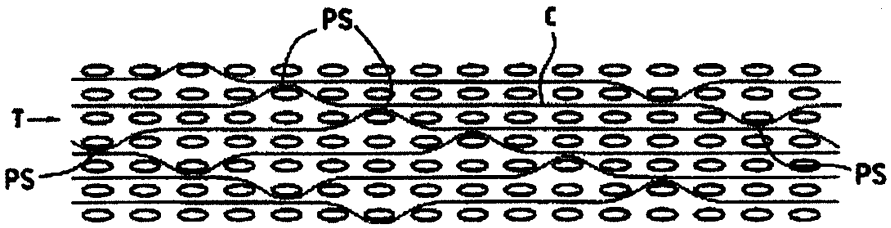


FIG.3

FIG.4

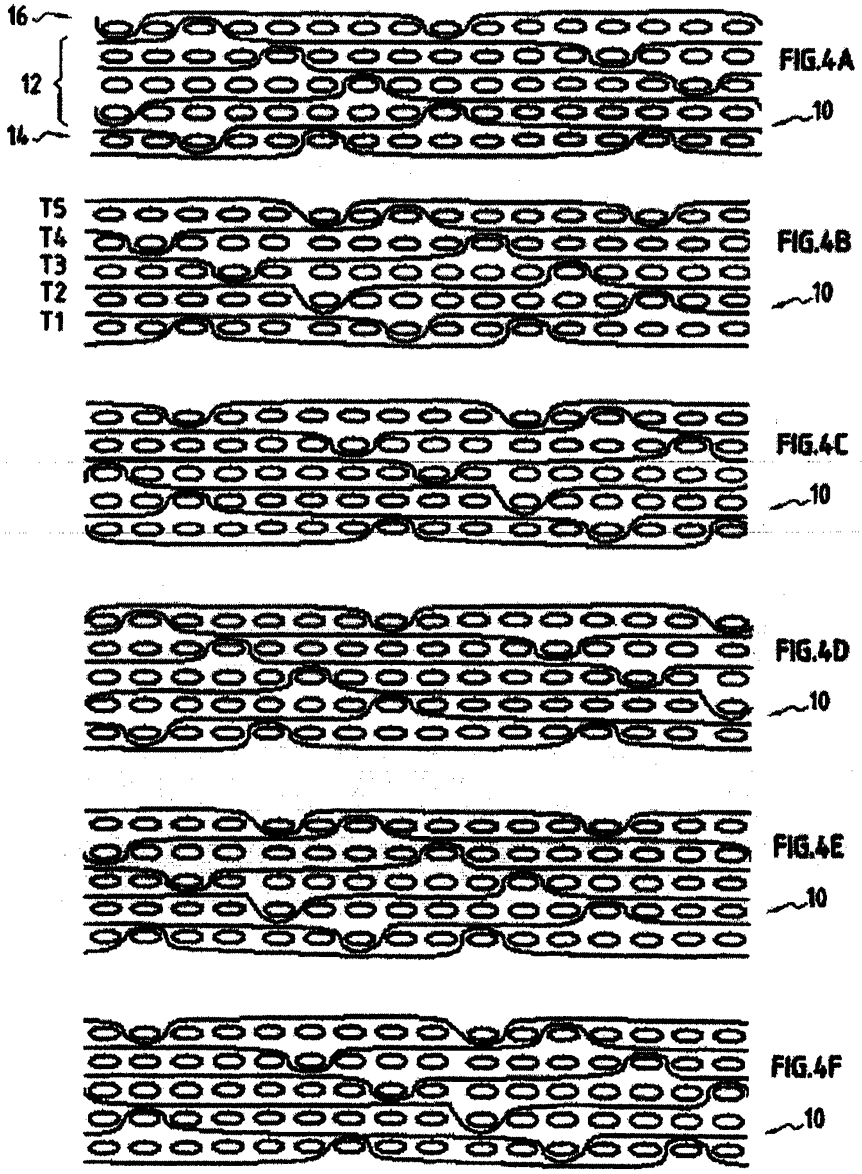


FIG.4A

FIG.4B

FIG.4C

FIG.4D

FIG.4E

FIG.4F

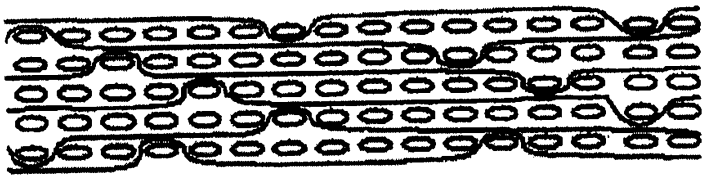


FIG.4G

10

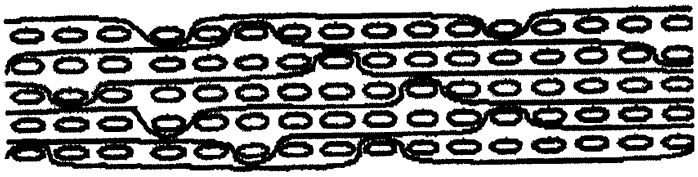


FIG.4H

10

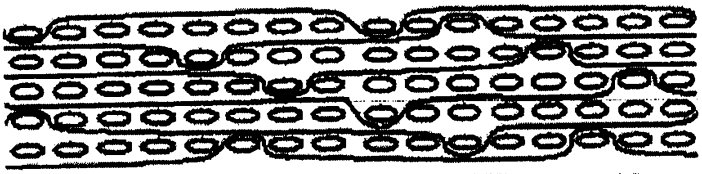


FIG.4I

10

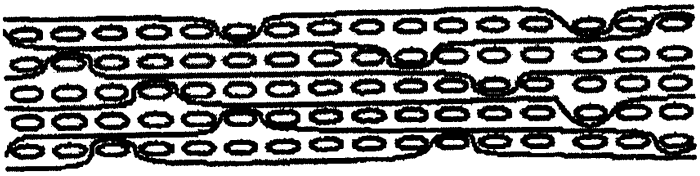


FIG.4J

10

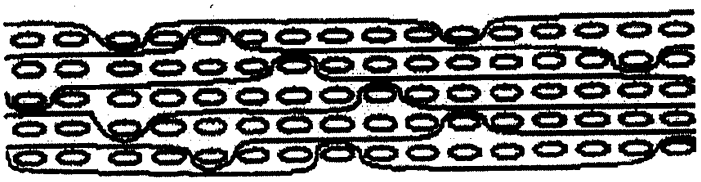


FIG.4K

10

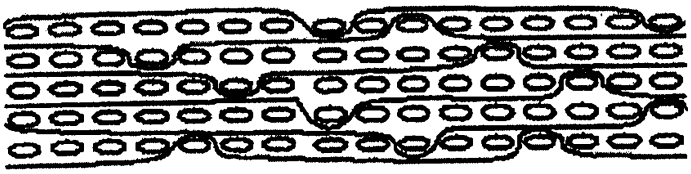


FIG.4L

10

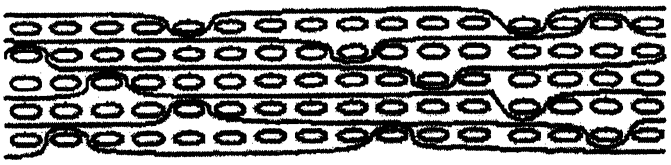


FIG.4M

10

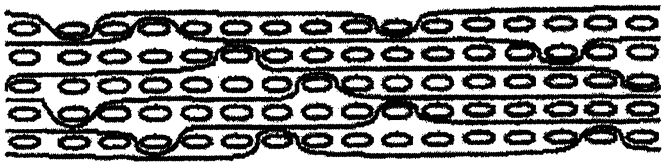


FIG.4N

10

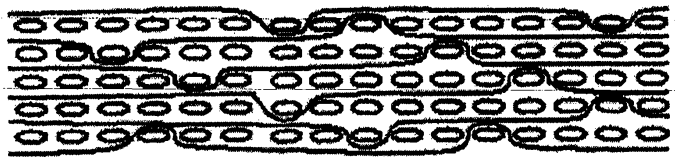


FIG.4O

10

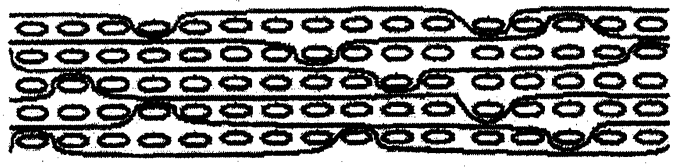
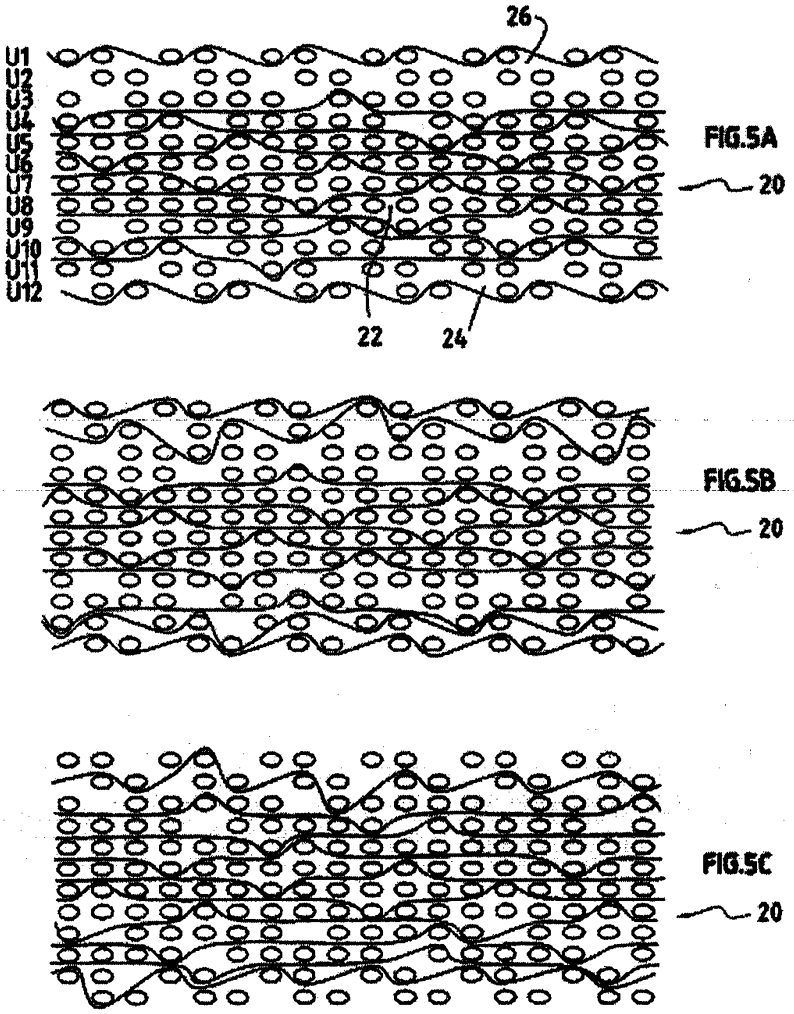


FIG.4P

10

FIG.5


26
U1
U2
U3
U4
U5
U6
U7
U8
U9
U10
U11
U12
22
24
FIG.5A
20
FIG.5B
20
FIG.5C
20

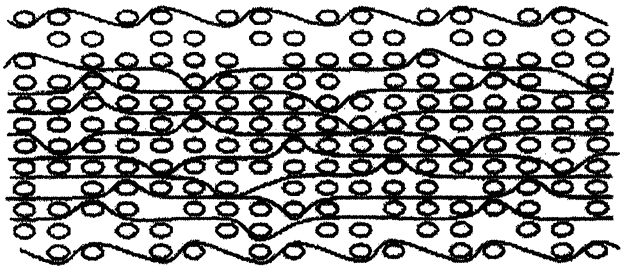


FIG.5D

20

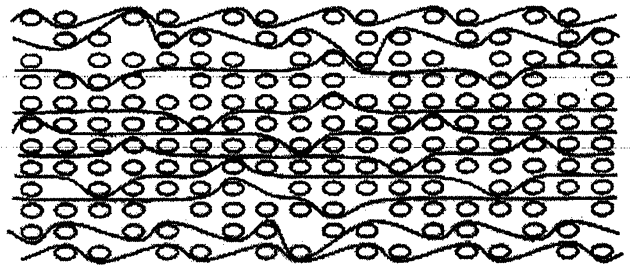


FIG.5E

20

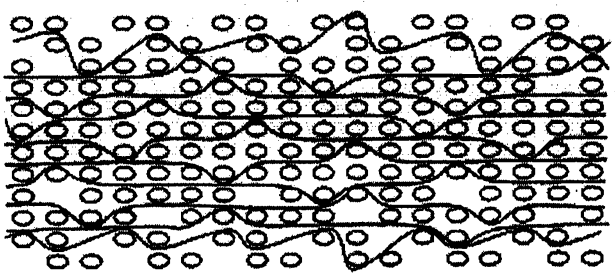


FIG.5F

20

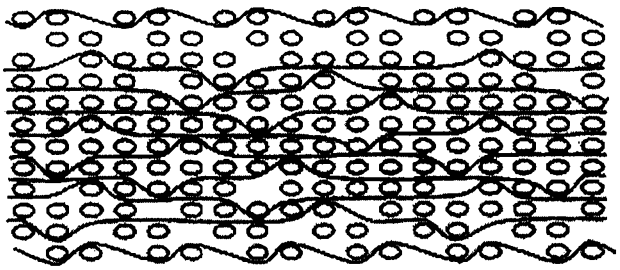


FIG.5G

20

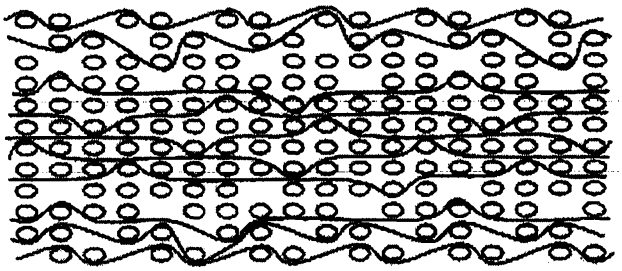


FIG.5H

20

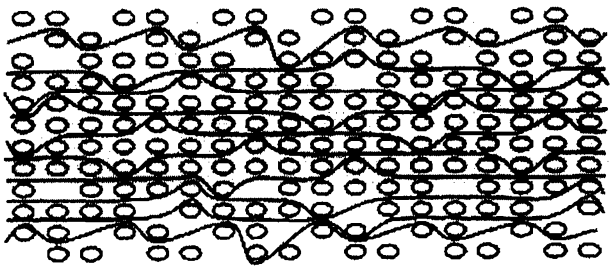


FIG.5I

20

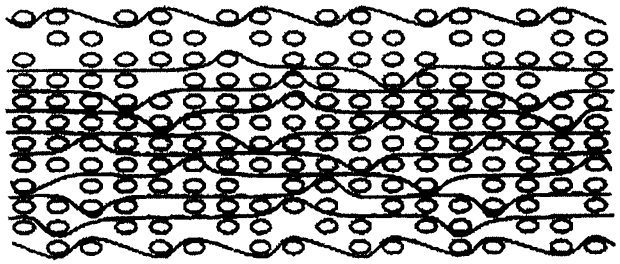


FIG.5J

20

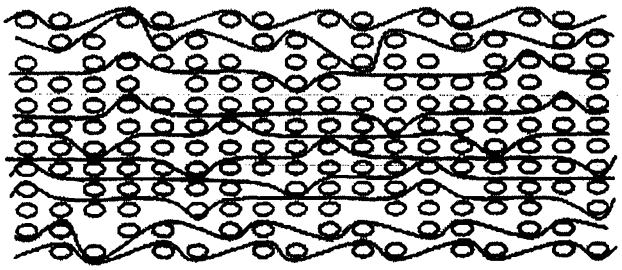


FIG.5K

20

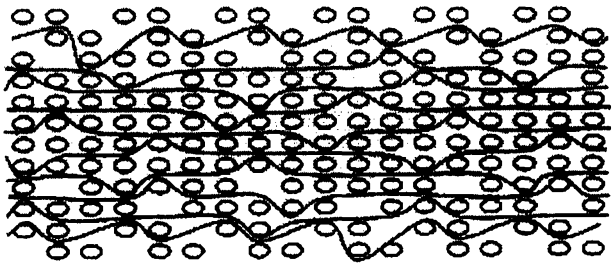


FIG.5L

20