



(11)

EP 2 501 848 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
21.02.2018 Bulletin 2018/08

(51) Int Cl.:
D04C 1/06 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10787052.9**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2010/067736

(22) Date de dépôt: **18.11.2010**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2011/061249 (26.05.2011 Gazette 2011/21)

(54) ARCHITECTURE FIBREUSE TUBULAIRE FERMÉE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION

GESCHLOSSENES ROHRFÖRMIGES FADENGEBILDE UND HERSTELLUNGSVERFAHREN
CLOSED TUBULAR FIBRE CONSTRUCT AND METHOD OF MAKING SAME

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **BOMPARD, Bruno**
69003 Lyon (FR)
- **BONNAND, Jean-Luc**
42800 St Joseph (FR)

(30) Priorité: **18.11.2009 FR 0958155**

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe**
BREVALEX
95, rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

(43) Date de publication de la demande:
26.09.2012 Bulletin 2012/39

(73) Titulaire: **Commissariat à l'Énergie Atomique**
et aux Énergies Alternatives
75015 Paris (FR)

(56) Documents cités:
DE-C- 546 967 US-A- 3 586 058
US-A1- 2007 119 295

(72) Inventeurs:
• **DAVID, Patrick**
37540 St Cyr Sur Loire (FR)

EP 2 501 848 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] Les textiles et structures fibreuses sont obtenues par différentes techniques de mise en forme de fibres. Les principales sont les suivantes : tricotage, tissage, tressage, placement de fibres, nappage et enroulement filamentaire. La technique, les paramètres de réalisation et le type de fibres employées sont fonction des caractéristiques recherchées (géométriques, mécaniques, électriques, aspect de surface, aptitude à la mise en forme ou à l'imprégnation, injection) pour le semi-produit ou le produit fini que l'on veut fabriquer. La nature des fibres que l'on peut employer est très variée : fibres naturelles, fibres organiques, fibres minérales ou céramiques (verre, carbone, carbure de silicium, basalte, ...). Les structures fibreuses sont en général employées comme renfort de matériaux composites (coques, panneaux et structures, réservoirs, ...) mais possèdent aussi quelques applications directes (tissus filtrants ou chauffants, câbles tressés, tricotés isolants, ...).

[0002] Il existe plusieurs techniques de réalisation de structures fibreuses. Le tressage présente les particularités d'une très grande flexibilité de conception géométrique des cheminements des Fils (terme générique) des structures, une bonne stabilité dimensionnelle et de bonnes propriétés mécaniques (rigidité, comportement en torsion, résistance à l'endommagement) des structures obtenues ainsi que la possibilité de réaliser directement des formes complexes (tressage sur mandrin) avec un taux élevé de fibres. Cette technique est cependant un peu moins employée que le tissage ou le tricotage, en raison de sa relative lenteur et des propriétés mécaniques moindres des composites en compression. Le tressage comporte de nombreuses similarités avec l'enroulement filamentaire. Il ne permet pas d'obtenir des taux de fibres aussi élevés mais autorise l'obtention de pièces plus complexes et un meilleur comportement aux chocs. Les deux techniques peuvent parfois être employées de manière complémentaire pour réaliser des objets.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0003] Les tresses textiles sont des architectures fibreuses obtenues par entrelacement de Fils (fils, mèches, rubans ou faisceaux de fils). Les dispositions des Fils les uns par rapport aux autres sont définies par la forme et les caractéristiques de l'objet que l'on veut obtenir. La tresse la plus simple que l'on puisse réaliser, encore appelée natte, est constituée de seulement trois Fils où, alternativement, l'un des deux Fils externes vient prendre la place de celui du milieu par entrecroisement, ce qui conduit chaque Fil à passer de manière périodique au centre, d'un côté puis de l'autre de la tresse. Les tresses constituées d'un plus grand nombre de Fils sont réalisées sur le même principe d'entrelacement, mais avec, de manière générale, des Fils qui suivent la même direc-

tion sur une plus longue distance.

[0004] Les tresses « 2-D » sont constituées de tresses biaxiales et triaxiales. Les tresses biaxiales sont constituées de deux groupes de Fils qui s'entrecroisent, les uns avec les autres, avec un angle de $\pm\theta$, θ étant défini comme l'angle de tressage. La figure 1 est une représentation d'une tresse biaxiale constituée d'un premier groupe de Fils 1 et d'un deuxième groupe de Fils 2 qui s'entrecroisent. L'angle de tressage θ peut varier environ entre 5° et 85° , qui sont les limites pratiques de réalisation, entre un axe de tressage x et un axe d'inclinaison y.

[0005] Les tresses triaxiales sont constituées par la présence d'un groupe supplémentaire de Fils alignés suivant la direction de tressage ($\theta=0^\circ$). La figure 2 est une représentation d'une tresse triaxiale constituée d'un premier groupe de Fils 3, d'un deuxième groupe de Fils 4 et d'un troisième groupe de Fils 5 aligné suivant la direction de tressage. Les motifs d'entrelacement sont définis par deux nombres : le nombre de Fils au-dessus desquels passe un fil du groupe opposé puis le nombre de Fils au-dessous desquels il passe. Les principaux motifs utilisés sont les (1,1) (tressage diamant), (2,2) (tressage normal), (3,3) (tressage Hercules). L'épaisseur de tressage est constante et égale à l'épaisseur de 2 Fils (biaxiale). Pour que la couverture d'une pièce soit totale, dans le cas du recouvrement d'une forme (éliminable par la suite ou non), le rapport des diamètres doit rester entre environ 1 à 3, correspondant à un angle pouvant varier entre 20° et 70° . Il est à noter, néanmoins, que la résistance mécanique n'est pas la même dans les zones de différents diamètres et varie elle aussi d'un facteur de 1 à 3. Les tresses tubulaires sont obtenues en effectuant le tressage soit directement sur un liner (ou enveloppe) constitutif de la pièce à obtenir, soit sur un mandrin. Des structures épaisses sont fabriquées en empilant plusieurs couches de tresses (de motifs éventuellement différents) les unes sur les autres.

[0006] Les tresses « 3-D », sont une extension des tresses « 2D », obtenues avec le tressage simultané de plusieurs couches de tresses « 2D » présentant une liaison périodique de couche à couche. Ce type de texture est encore connu sous l'appellation de « tresse interlock ». Cela permet d'obtenir des épaisseurs plus importantes, des liaisons entre les couches (conduisant à de meilleures propriétés mécaniques, telles qu'une meilleure résistance au délaminage), et des formes plus complexes et plus précises.

[0007] Le tressage est une technique textile traditionnelle, très ancienne (1748, métier à tisser de Thomas Wadford), employée à l'origine pour réaliser des cordes, des lacets ou des renforcements de tubes.

[0008] La figure 3 représente le schéma de principe d'une machine à tresser circulaire, telle que décrite dans « Handbook of Composite Reinforcements » par Y. Ed. Lee et al.

[0009] Une tresseuse 2D qui peut être soit verticale, soit horizontale, est constituée d'un ensemble de fuseaux 11 (supports de bobines de Fils) qui se déplacent à l'in-

térieur d'un chemin de guidage défini sur une table et selon un plan de tressage 12. Pour une tresseuse circulaire simple, permettant de réaliser des tubes, les fuseaux suivent des chemins ondulants en périphérie de la table circulaire, la moitié dans un sens du cercle, l'autre moitié en sens inverse, les deux chemins s'entrelaçant comme le montre la figure 4. Un système de déplacement rectiligne 14, perpendiculaire à la table de tressage, et synchronisé par rapport au mouvement des fuseaux, permet de réceptionner la tresse 13, éventuellement sur un mandrin 15. On peut se référer à ce sujet à l'article N 2511 des Techniques de l'Ingénieur (10 avril 2006) et à « Handbook of Composite Reinforcements » cité plus haut. La référence 16 représente la zone de convergence des Fils à tresser 17. La référence 18 représente un fil axial, la référence 19 représentant un guide-fil axial.

[0010] Le rapport de la vitesse de déplacement des fuseaux par rapport à celle de déplacement du mandrin définit l'angle de tressage. Le rapport du nombre de bobines par rapport au nombre de croisements définit, lui, le type de motif de tressage réalisé. L'adjonction de bobines fixes permet d'obtenir des tresses triaxiales. Si les fuseaux ne font pas des tours complets mais font demi-tour après une certaine distance, on obtient des tresses plates. Les fuseaux comportent des systèmes de tension uniforme, permettant la mise en tension ou la compensation des Fils (la distance d'un fuseau à la zone de convergence sur la tresse n'étant pas constante), pour obtenir des tresses de motifs uniformes et de compacité voulue. Comme indiqué précédemment, l'épaisseur d'une couche (tresse biaxiale) est égale à deux fois l'épaisseur d'un Fil. Pour obtenir une pièce tubulaire épaisse, on peut, de manière classique, arrêter le déplacement du mandrin lorsque l'on a tressé la longueur désirée, couper les Fils et réaliser un deuxième passage, puis renouveler l'opération jusqu'à atteindre l'épaisseur voulue.

[0011] Il existe deux types de tresseuses 3D. Le premier type est dit rectangulaire, avec un mouvement alterné suivant deux directions, et permettant l'obtention de tresses « cartésiennes ». Le deuxième type est circulaire, avec un mouvement alterné dans les sens radial et circulaire, conduisant à des tresses « polaires ». L'obtention de profilés de différentes formes de section transversale est possible par un positionnement prédéterminé des fuseaux sur la machine à l'état initial. Des profilés creux sont obtenus par tressage polaire, des profilés massifs par tressage cartésien. On peut se référer à ce sujet à l'article N 2511 des Techniques de l'Ingénieur, déjà cité, et à « Handbook of Composites » par G. Lubin et al., Springer, 1998.

[0012] Les matériaux composites structuraux sont constitués de renforts fibreux, tels que les tresses, et d'une matrice, qui est la matière entre les fibres (et donne la cohésion au matériau). Ils sont caractérisés par différents types de matrices :

- matrices organiques : thermoplastiques ou thermo-

durcissables,

- matrices métalliques,
- matrices minérales ou céramiques (verre, carbone, carbure de silicium, ...).

[0013] Il n'existe pas de structures tressées tubulaires fermées, sur une ou deux extrémités. De par le principe même du tressage 2D et 3D (voir la figure 3), les tresses ne peuvent pas être fermées puisque le démarrage et la fin de l'opération débutent et finissent avec des Fils parallèles (en faisceau), soit tenus ensemble au point de formation (démarrage du tressage), soit aboutissant aux bobines (fin du tressage). Le tressage commence et finit sur des diamètres compris entre deux valeurs liées aux angles de tressage. Il n'existe pas non plus, dans la littérature technique ou de brevets, de description de réalisation de structures dont le corps principal soit une tresse et permettant, en continuité sur l'ensemble des Fils, d'obtenir des formes de plus faible diamètre que celui minimum ou permettant la fermeture de celle-ci. On pourra consulter à ce propos l'article « A Comparison of Helical Filament Winding and 2D Braiding of Fiber Reinforced Polymeric Components » par M. Munro et al., Material and Manufacturing Processes, vol. 10, n°1, pages 37 à 46, 1995. Les solutions existantes pour fermer des structures à base de tresses, en particulier nécessaires pour des applications réservoirs sous pression, intègrent des inserts métalliques aux extrémités.

[0014] Le brevet US 7 204 903 décrit, de manière très sommaire, une solution originale. Le tressage est mené sur un liner de forme cylindrique au centre et hémisphérique (dômes) aux extrémités. L'un au moins des dômes possède un insert à son extrémité (pôle). Le tressage est mené de manière classique sur la partie cylindrique et, sur la partie hémisphérique, jusqu'à l'insert. L'innovation réside dans le fait qu'à ce moment, au lieu de repartir dans la direction opposée, pour réaliser une deuxième couche, le tressage est arrêté et les bobines tournent (d'environ 180°), pour moitié dans un sens, l'autre moitié dans l'autre sens, ce qui place les bobines à l'opposé de leur emplacement initial. Le tressage reprend alors (couche suivante), suivant la direction inverse de la précédente. L'avantage cité, par rapport au tressage classique, est d'éviter, lors de la transition du tressage d'une couche à l'autre, de devoir couper les Fils, ou, lorsqu'ils possèdent une souplesse suffisante, de les courber et les replier. Le mode de fabrication employé conduit, lors de la rotation de 180°, en partie hémisphérique, à une couche sur deux qui correspond à des placements de Fils sans liaison entre eux (équivalent à de l'enroulement filamentaire) et à une épaisseur importante au niveau de l'insert (les Fils se recouvrent contre celui-ci). Il est à noter qu'aucune valeur ou précision n'est donnée sur le tressage en lui-même, sur les diamètres du cylindre ou de l'insert, que ce soit dans le descriptif de l'invention ou les exemples (la seule valeur numérique est celle de l'angle de la rotation entre deux tressages). L'enseignement de ce brevet ne résout pas la fermeture à une extrémité

mais seulement l'intégration d'un insert. Par ailleurs, l'invention ne donne pas non plus de solution pour le problème des faibles diamètres.

[0015] Le document US 2008/0264551 décrit la fabrication de réservoirs composites (cylindre et fonds hémisphériques) à base de Fils secs (non imprégnés de résine) pour le stockage de gaz basse ou haute pression. L'invention réside dans ce que le liner interne sert de moule lors de l'injection de la résine et aussi de système de chauffage ou de refroidissement lors de la polymérisation. Le tressage est réalisé par combinaison de tressage bi-axial ou tri-axial, sur les faces des dômes, en rabattant et en déformant la tresse bi-axiale et en scellant les extrémités des Fils par un moyen tel que le collage. Cette méthode permet, d'après les auteurs, un bon contrôle de l'épaisseur et du contour. Ce système utilise des tresses classiques et ne permet pas d'avoir une continuité des Fils sur les dômes, puisque leurs extrémités sont collées, ni de fermeture à base de Fils.

[0016] Le document WO-A-89/05724 décrit la réalisation d'une bouteille en matériau composite, de prix modéré, pour le stockage de gaz haute pression. Les extrémités des bouteilles comportent deux embouts reliés entre eux par une tige centrale, l'un des deux servant d'introduction ou de soutirage du gaz. Le corps de la bouteille est constitué de tresses coaxiales avec une matrice en résine. Les embouts peuvent être de forme tronconique ou hémisphérique, en métal ou en plastique. Ce document ne décrit pas la technique de tressage, il semble que les tresses employées soient de type standard. Cette invention ne permet pas non plus de réaliser des tresses fermées puisque les extrémités sont constituées d'inserts aux extrémités.

[0017] Le document EP-A-0 487 374 présente un réservoir de stockage de gaz sous pression constitué de Fils placés par enroulement filamenteux et/ou d'une tresse. Le réservoir est de forme cylindrique avec des fonds. Il n'y a pas d'information sur la tresse employée autre que le fait qu'elle sert comme renfort longitudinal, donc, a priori, sur la partie cylindrique. Il n'y a pas de description de fermeture par un Fil continu.

[0018] Le brevet US 3 765 557 présente un moyen d'élaboration d'un réservoir sous pression qui est réalisé par enroulement filamenteux où le fil standard est remplacé par un fil tressé. Ce brevet n'est donc pas relatif à la technique de tressage et conduit à des structures très différentes. Il est par ailleurs classique de pouvoir obtenir, par enroulement filamenteux, une extrémité fermée, néanmoins avec une surépaisseur.

[0019] Le brevet US 5 070 914 décrit une nouvelle architecture tissée et son moyen de fabrication. La technique repose sur du tissage, avec des fils partant de manière radiale et de fils circonférentiels tissés, décrivant une spirale. Ces structures sont basées sur un cheminement de fils sous forme de spirale et ne présentent pas de symétrie cylindrique ou axiale, contrairement à l'invention qui fera l'objet des revendications annexées.

[0020] Le document US 2007/119 295 A1 divulgue un

procédé de fabrication d'une architecture fibreuse tubulaire, le procédé comprenant les étapes suivantes consistant à :

- a) réaliser des couples de bobines à partir de fils, chaque couple de bobines étant réalisé en bobinant une première partie d'un fil, à partir d'une première extrémité du fil, sur une première bobine du couple et en bobinant une deuxième partie du fil, à partir de la deuxième extrémité du fil, sur la deuxième bobine du couple,
- b) placer les couples de bobine sur les fuseaux d'un métier en les disposant en fonction d'une Structure Primaire désirée,
- c) confectionner la Structure Primaire sur le métier de l'étape b), cette Structure Primaire correspondant au fond de l'architecture fibreuse,
- d) mettre en place sur un métier un support conforme à la partie tubulaire de l'architecture fibreuse pour supporter, positionner et maintenir lesdits fils lors de leur entrecroisement à l'étape suivante,
- e) réaliser, à l'aide desdits fils et du métier de l'étape d), la partie tubulaire de l'architecture fibreuse sur le support.

[0021] Le document US 3 586 058 A divulgue une architecture fibreuse tubulaire possédant une partie tubulaire fermée à au moins l'une de ses extrémités ou fond, dans laquelle : la partie tubulaire est constituée d'une architecture dont chaque mèche est issue de manière continue du fond. Chaque mèche issue du fond se retrouve de manière continue, par chacune de ses extrémités, dans la partie tubulaire. Les mèches de la partie tubulaire s'entrecroisent suivant un mode de tressage.

RESUME DE L'INVENTION

[0022] Les formes que l'on peut obtenir avec les tressages sont des formes pleines (câbles, torons), des tresses plates et des formes tubulaires, de sections variées et variables sur la même pièce (par exemple conduits d'air pour avions). Pour les tresses tubulaires, il y a une limitation technique qui ne permet pas, aux extrémités des tresses, soit de les fermer soit de réaliser, une réduction de section importante. L'objet de la présente invention est de remédier à cette limitation, en permettant une continuité de l'architecture fibreuse, en gardant les mêmes Fils de renfort entre la partie fermée, ou fond, et le corps, ou partie tubulaire, de la pièce. L'invention a pour objet à la fois un nouveau type d'architecture fibreuse tubulaire (ou de forme creuse) fermée en une extrémité, au moins, et aussi son procédé ou méthode de fabrication.

[0023] L'invention a donc pour objet un procédé de fabrication d'une architecture fibreuse tubulaire, fermée complètement ou partiellement à l'une de ses extrémités, le procédé comprenant les étapes suivantes consistant à :

a) réaliser des couples de bobines à partir de fils, de mèches, de rubans ou de faisceaux de fils, ci-après désignés sous le terme générique Fils, chaque couple de bobines étant réalisé en bobinant une première partie d'un Fil, à partir d'une première extrémité du Fil, sur une première bobine du couple et en bobinant une deuxième partie du Fil, à partir de la deuxième extrémité du Fil, sur la deuxième bobine du couple,

b) placer les couples de bobines sur les fuseaux d'un métier en les disposant en fonction d'une Structure Primaire désirée,

c) confectionner la Structure Primaire sur le métier de l'étape b), cette Structure Primaire correspondant au fond de l'architecture fibreuse,

d) mettre en place sur un métier un support conforme à la partie tubulaire de l'architecture fibreuse pour supporter, positionner et maintenir lesdits Fils lors de leur entrecroisement à l'étape suivante,

e) réaliser, à l'aide desdits Fils et du métier de l'étape d), la partie tubulaire de l'architecture fibreuse sur le support de sorte que la jonction entre le fond et le reste de la partie tubulaire présente une continuité de l'ensemble des Fils et une transition de géométrie continue entre l'architecture du fond et celle du reste de la partie tubulaire.

[0024] Selon un mode de mise en oeuvre, les couples de bobines sont disposés, dans l'étape a), de façon que la Structure Primaire obtenue soit rayonnante.

[0025] Selon un autre mode de mise en oeuvre, les couples de bobines sont disposés, dans l'étape a), de façon que la Structure Primaire obtenue soit du type bi-axial.

[0026] Selon un autre mode de mise en oeuvre, les couples de bobines sont disposés, dans l'étape a) sur les fuseaux et dans le cantre du métier, de façon que la Structure Primaire obtenue soit du type triaxial.

[0027] Les Fils des bobines, dans l'étape d), peuvent être supportés, positionnés et maintenus, de façon à obtenir une architecture tubulaire bi-axiale. Ils peuvent être aussi supportés, positionnés et maintenus, de façon à obtenir une architecture tubulaire triaxiale.

[0028] Le métier de l'étape d) peut être le métier de l'étape b).

[0029] La Structure Primaire peut être réalisée selon une technique choisie parmi le tissage, le tressage, le nappage et le placement de Fils. Elle peut être une texture multicouche, multidimensionnelle ou multidirectionnelle, dont les Fils qui en sont issus servent à réaliser la partie tubulaire qui est alors multicouche.

[0030] La partie tubulaire de l'architecture fibreuse peut être réalisée, sur le support, selon une technique choisie parmi le tissage, le tressage, le nappage et le placement de fils. Elle peut aussi être réalisée, sur le support, selon des modes de textures multicouches, multidimensionnelles ou multidirectionnelles.

[0031] Le métier de l'étape d) peut être choisi parmi

un métier à tisser, un métier à tresser, un métier à napper et un métier à placement de fils.

[0032] Le procédé peut comporter une étape supplémentaire g) au cours de laquelle la partie tubulaire de l'architecture fibreuse est prolongée sur une extrémité du support pour constituer un deuxième fond de l'architecture fibreuse. L'étape supplémentaire g) peut être menée jusqu'à obtenir un deuxième fond fermé par tressage, tissage, nappage ou placement de fils.

[0033] Eventuellement, lors de l'étape c), la confection de la Structure Primaire est réalisée en incorporant dans le Structure Primaire au moins un insert ou au moins un embout.

[0034] Eventuellement, lors de l'étape e), la réalisation de la partie tubulaire de l'architecture fibreuse est effectuée en incorporant dans la partie tubulaire au moins un insert ou au moins un embout.

[0035] L'invention a aussi pour objet une architecture fibreuse possédant une partie tubulaire fermée complètement ou partiellement à au moins l'une de ses extrémités ou fond, dans laquelle :

- la partie tubulaire est constituée d'une architecture dont chaque fil, mèche, ruban ou faisceau de fils, ci-après désignés sous le terme générique Fil, est issu de manière continue du fond,
- chaque Fil issu du fond se retrouve de manière continue, par chacune de ses extrémités, dans la partie tubulaire,
- la jonction entre le fond et le reste de la partie tubulaire présente une continuité de l'ensemble des Fils et une transition de géométrie continue entre l'architecture du fond et celle du reste de la partie tubulaire,
- les Fils de la partie tubulaire s'entrecroisent, de préférence suivant un mode de tressage ou de tissage.

[0036] Le fond peut être constitué d'une structure obtenue par superposition de nappe, de tissu bidirectionnel, de tissu tridirectionnel, de tissu multicouche ou multidirectionnel.

[0037] La partie tubulaire peut être constituée par superposition de nappe, de tissu tridirectionnel, de tissu multicouche ou multidirectionnel.

[0038] Eventuellement, au moins un insert ou embout est incorporé dans un moins un fond.

[0039] Eventuellement, au moins un insert ou embout est incorporé dans la partie tubulaire.

[0040] Les Fils peuvent être constitués de fibres organiques, métalliques, minérales ou céramiques.

[0041] L'invention a encore pour objet un matériau composite constitué de l'architecture fibreuse décrite ci-dessus, noyée dans une matrice organique, métallique ou minérale.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0042] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la

description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés par lesquels :

- la figure 1, déjà décrite, est une représentation d'une tresse biaxiale constituée d'un premier groupe de Fils et d'un deuxième groupe de Fils qui s'entrecroisent,
- la figure 2, déjà décrite, est une représentation d'une tresse triaxiale constituée d'un premier groupe de Fils, d'un deuxième groupe de Fils et d'un troisième groupe de Fils qui s'entrecroisent,
- la figure 3, déjà décrite, représente le schéma de principe d'une machine à tresser circulaire,
- la figure 4, déjà décrite, montre les chemins ondulant que suivent des fuseaux en périphérie d'une table circulaire d'une machine à tresser,
- la figure 5 illustre une Structure Primaire, avec chaque Fil la constituant enroulé sur deux bobines, selon l'invention,
- la figure 6 est un schéma de principe de réalisation d'une architecture fibreuse fermée selon l'invention, avec chaque fil qui en est issu enroulé sur deux bobines,
- la figure 7 illustre un premier ensemble de groupes de Fils d'une Structure Primaire, avec chaque Fil la constituant enroulé sur deux bobines, selon l'invention,
- la figure 8 illustre un deuxième ensemble de groupes de Fils d'une Structure Primaire, avec chaque Fil la constituant enroulé sur deux bobines, selon l'invention,
- la figure 9 illustre un troisième ensemble de groupes de Fils d'une Structure Primaire, avec chaque Fil la constituant enroulé sur deux bobines, selon l'invention,
- la figure 10 illustre un quatrième ensemble de groupes de Fils d'une Structure Primaire, avec chaque Fil la constituant enroulé sur deux bobines, selon l'invention.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0043] Le principe de l'invention, pour la fabrication d'une architecture fibreuse tubulaire fermée à l'une de ses extrémités consiste à réaliser les opérations suivantes :

- réaliser et relier des couples de bobines à partir de Fils (fils, mèches, rubans ou faisceaux de fils),
- placer les bobines sur les fuseaux d'un métier en les disposant suivant la géométrie voulue,
- confectionner une structure fibreuse appelée « Structure Primaire » qui constituera le fond (ou fermeture) de l'architecture fibreuse,
- intégrer un support (liner ou mandrin), conforme à la pièce à réaliser, venant supporter, positionner et

- maintenir les Fils lors de leurs entrecroisements,
- réaliser, à l'aide desdits Fils et du métier, l'architecture textile qui vient revêtir le support,
- répéter ces étapes jusqu'à ce que l'ensemble des architectures atteigne le dimensionnement souhaité.

[0044] La figure 5 illustre une structure primaire 30 avec pour chaque fil 31 la constituant, les extrémités enroulées sur deux bobines 32. La structure primaire 30 constitue un fond pour la structure tubulaire à obtenir.

[0045] La structure primaire 30 constituant le fond de la structure tubulaire est disposée sur une extrémité d'un mandrin de tressage tubulaire 34 monté sur un plateau de tressage 35. Le tressage est poursuivi de manière à revêtir le mandrin 34. Ceci est illustré par la figure 6 qui est un schéma de principe de la réalisation du tressage de la structure tubulaire à obtenir, à partir de Fils issus de la Structure Primaire constituant le fond.

[0046] La conception de la structure primaire nécessite que la partie réalisée ait le nombre de Fils (ou paire de bobines) correspondant à celui voulu pour la forme tubulaire (déterminable à partir des caractéristiques de la pièce que l'on veut réaliser). On peut se référer à ce sujet à l'article de M. Munro et al. cité plus haut.

[0047] Il y a deux modes de réalisation possibles : un mode direct et un mode indirect.

[0048] Selon le mode direct, on réalise d'abord des paires de bobines avec un fil unique (pour chaque paire). Les bobines ainsi réalisées sont placées sur les fuseaux de la machine de tressage avec entrecroisement des Fils ou sans entrecroisement dans le cas d'un simple nappage, pour réaliser la structure primaire. Ce dernier cas est illustré par la figure 7 qui montre un premier groupe de Fils parallèles 41 dont les extrémités de chaque Fil sont enroulées sur des bobines 42, un deuxième groupe de Fils parallèles 43 et un troisième groupe de Fils parallèles 44, les groupes de Fils étant disposés les uns sur les autres sans entrecroisement. Le mandrin est ensuite positionné sur la machine et l'une de ses extrémités est recouverte du fond de la structure tubulaire ainsi obtenu. Puis, le tressage peut continuer de manière classique.

[0049] Selon le mode indirect, on réalise d'abord la structure primaire avec des Fils dont chacun est enroulé, à chacune de ses extrémités, à une bobine. On met en place, sur la machine de tressage, la structure primaire obtenue, le mandrin et les bobines sur les fuseaux. Puis le tressage peut être réalisé de manière classique.

[0050] La structure primaire constitutive du fond peut également être réalisée directement sur la forme ou liner à revêtir, en particulier si la forme s'éloigne d'une forme plate et est fortement bombée (hémisphérique par exemple).

[0051] La structure primaire peut être réalisée par différentes techniques. A titre d'exemple, on peut citer les trois techniques suivantes.

[0052] Selon une première technique, les Fils sont sim-

plement placés suivant trois directions différentes (voir la figure 7). Cette technique procure une très bonne conformabilité et est simple à mettre en oeuvre.

[0053] Selon une deuxième technique, les Fils sont placés en entrelacement triaxial. La figure 8 illustre cette disposition. On y voit un premier groupe de Fils parallèles 51 disposé selon une première direction, et dont les extrémités de chaque Fil sont enroulées sur des bobines 52, un deuxième groupe de Fils parallèles 53 disposé selon une deuxième direction et un troisième groupe de Fils parallèles 54 disposé selon une troisième direction. Cette technique permet de garder une homogénéité de la structure.

[0054] Une troisième technique consiste en un tissage classique tel qu'illustré sur la figure 9. On y voit un premier groupe de Fils parallèles 61 disposé selon une première direction, et dont les extrémités de chaque Fil sont enroulées sur des bobines 62, et un deuxième groupe de Fils parallèles 63 disposé selon une deuxième direction perpendiculaire à la première direction.

[0055] Ces solutions présentent l'avantage de permettre une épaisseur et un taux de fibres similaires à ceux de la tresse tubulaire qui vient en continuité avec la structure primaire ou fond.

[0056] Plusieurs couches, éventuellement de structures différentes, peuvent être empilées à la fois, pour constituer la structure primaire. Le tressage réalisé pour la partie tubulaire peut être 2D (biaxial ou triaxial) ou 3D.

[0057] Pour obtenir des structures épaisses fermées, on peut réaliser un empilement de couches (fond et partie cylindrique) en ajoutant à chaque fois une couche avec la technique décrite précédemment, comme cela est fait classiquement pour les tresses de type 2D.

[0058] Au lieu de réaliser une structure primaire complètement fermée, il est possible de réaliser une fermeture seulement partielle ou avec réduction de section importante. Celle-ci peut intégrer un embout ou insert. C'est ce que montre la figure 10 où l'on voit une structure primaire sur liner avec un insert 70, seules deux bobines 72 issues du même Fil 71 étant représentées. La structure primaire comprend trois groupes de Fils disposés selon des directions différentes : un premier groupe de Fils parallèles 71, un deuxième groupe de Fils parallèles 73 et un troisième groupe de Fils parallèles 74.

[0059] Il est possible de réaliser une fermeture totale ou partielle, à l'autre extrémité, en arrêtant le tressage de la partie cylindrique lorsque la longueur souhaitée a été réalisée, en inversant la position d'une rotation de 180° (suivant la direction de tressage) de la pièce à tresser et en déplaçant les bobines par rapport à trois axes de symétrie.

[0060] L'ensemble du principe d'invention peut être appliqué aux autres techniques qui mettent en oeuvre des Fils continus telles que le placement de fibres, le nappage de fibres ou le tissage de fibres. De la même manière que précédemment, on peut réaliser les étapes suivantes :

- fabrication, par une première technique, d'une première architecture, intégrant des Fils liés à des bobines, chacun des Fils étant lié, à chacune de ses extrémités, à une bobine,
- fabrication d'une architecture contiguë, en employant une deuxième technique, avec utilisation des bobines précédentes.

[0061] Cela permet de réaliser des pièces entremêlant des architectures de différents types, en continuité.

[0062] Les structures obtenues, qu'elles soient obtenues par tressage ou par les techniques décrites précédemment, peuvent être densifiées par les différentes voies de manière classique comme indiqué ci-dessus.

[0063] A titre d'exemple de réalisation, on peut citer la réalisation d'éprouvettes SiC/SiC fermées à une extrémité, pour application tube composite haute température.

[0064] On réalise d'abord (première étape) la structure primaire du fond ou fermeture (première couche). Pour cela douze bobines de fibres Tyranno SA3 1600 filaments (diamètres 7 μ m) sont dévidées et rembobinées sur douze autres bobines afin de disposer de douze paires de bobines avec une longueur de fil entre les deux bobines d'environ 1 m. Une structure triaxiale est réalisée avec douze paires de bobines réparties de manière équilibrée (suivant les orientations 0°, +120°, -120°).

[0065] On réalise ensuite (deuxième étape) le reste de la tresse (première couche). Le fond et les bobines sont amenés sur la tresseuse. Les bobines sont mises en place sur les fuseaux, chaque bobine liée à une autre étant placée en respectant la géométrie initiale de la structure triaxiale (voir la figure 8), et le fond est mis en place sur le fond d'un mandrin en graphite de 7,0 mm de diamètre extérieur et 12 cm de hauteur, à fond hémisphérique. Le tressage est réalisé avec un tressage bi-axial de 45° sur la longueur du liner, puis les Fils sont coupés.

[0066] On procède ensuite (troisième étape) à la réalisation de trois autres couches. Une deuxième structure primaire, en reprenant la première étape, est réalisée puis est placée, comme décrit dans la deuxième étape, sur la tresse fabriquée. Le tressage est réalisé de la même manière qu'à la deuxième étape. Les deux autres autres couches sont réalisées de la même manière.

[0067] La quatrième étape a pour objet de densifier les tresses par du carbure de silicium. Les tresses sont densifiées de manière relativement classique. La pièce est placée dans un four de CVI (infiltration chimique en phase vapeur) pour subir le dépôt d'une interphase en carbone d'environ 0,2 μ m d'épaisseur (conditions de dépôt : T = 1000°C, P = 5 kPa, précurseur : propane, temps de séjour = 3s, durée d'introduction du propane = 5 minutes 30 s) puis un dépôt de SiC (T = 950°C, P = 2 kPa, précurseur : méthyltrichlorosilane à 25% dans l'hydrogène, temps de séjour = 1 s, durée d'infiltration : 60 h). Le mandrin en graphite est ensuite éliminé. La densité du composite SiC/SiC obtenu est de 2,5.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une architecture fibreuse tubulaire, le procédé comprenant les étapes suivantes consistant à :

a) réaliser des couples de bobines (32, 42, 52, 62, 72) à partir de fils, de mèches, de rubans ou de faisceaux de fils, ci-après désignés sous le terme générique Fils, chaque couple de bobines étant réalisé en bobinant une première partie d'un Fil (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), à partir d'une première extrémité du Fil (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), sur une première bobine (32, 42, 52, 62, 72) du couple et en bobinant une deuxième partie du Fil (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), à partir de la deuxième extrémité du Fil (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), sur la deuxième bobine (32, 42, 52, 62, 72) du couple, b) placer les couples de bobines (32, 42, 52, 62, 72) sur les fuseaux d'un métier en les disposant en fonction d'une Structure Primaire (30) désignée, c) confectionner la Structure Primaire (30) sur le métier de l'étape b), cette Structure Primaire (30) correspondant au fond de l'architecture fibreuse, d) mettre en place sur un métier un support (34) conforme à la partie tubulaire de l'architecture fibreuse pour supporter, positionner et maintenir lesdits Fils (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) lors de leur entrecroisement à l'étape suivante, e) réaliser, à l'aide desdits Fils (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) et du métier de l'étape d), la partie tubulaire de l'architecture fibreuse sur le support (34), **caractérisé en ce que** l'architecture fibreuse tubulaire est fermée complètement ou partiellement à l'une de ses extrémités de sorte que la jonction entre le fond et le reste de la partie tubulaire présente une continuité de l'ensemble des Fils (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) et une transition de géométrie continue entre l'architecture du fond et celle du reste de la partie tubulaire.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les couples de bobines (32, 42, 52, 62, 72) sont disposés, dans l'étape a), de façon que la Structure Primaire (30) obtenue soit rayonnante.
3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les couples de bobines (32, 42, 52, 62, 72) sont disposés, dans l'étape a), de façon que la Structure Primaire (30) obtenue soit du type bi-axial.
4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les

couples de bobines (32, 42, 52, 62, 72) sont disposés, dans l'étape a) sur les fuseaux et dans le cantre du métier, de façon que la Structure Primaire (30) obtenue soit du type triaxial.

5. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, les Fils (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) des bobines (32, 42, 52, 62, 72) sont, dans l'étape d), supportés, positionnés et maintenus, de façon à obtenir une architecture tubulaire bi-axiale.
6. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, les Fils (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), des bobines (32, 42, 52, 62, 72) sont, dans l'étape d), supportés, positionnés et maintenus, de façon à obtenir une architecture tubulaire triaxiale.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le métier de l'étape d) est le métier de l'étape b).
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la Structure Primaire (30) est réalisée selon une technique choisie parmi le tissage, le tressage, le nappage et le placement de Fils (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74).
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 et 8, dans lequel la Structure Primaire (30) est une texture multicouche, multidimensionnelle ou multidirectionnelle, dont les Fils (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) qui en sont issus servent à réaliser la partie tubulaire qui est alors multicouche.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel la partie tubulaire de l'architecture fibreuse est réalisée, sur le support (34), selon une technique choisie parmi le tissage, le tressage, le nappage et le placement de Fils (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74).
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel la partie tubulaire de l'architecture fibreuse est réalisée, sur le support (34), selon des modes de textures multicouches, multidimensionnelles ou multidirectionnelles.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel le métier de l'étape d) est choisi parmi un métier à tisser, un métier à tresser, un métier à napper et un métier à placement de fils.
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, comportant une étape supplémentaire g) au cours de laquelle la partie tubulaire de l'architecture fibreuse est prolongée sur une extrémité du support (34) pour constituer un deuxième fond de l'architecture fibreuse.

14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel l'étape supplémentaire g) est menée jusqu'à obtenir un deuxième fond fermé par tressage, tissage, nappage ou placement de Fils (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74).
15. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, lors de l'étape c), la confection de la Structure Primaire (30) est réalisée en incorporant dans la Structure Primaire (30) au moins un insert (70) ou au moins un embout.
16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel, lors de l'étape e), la réalisation de la partie tubulaire de l'architecture fibreuse est effectuée en incorporant dans la partie tubulaire au moins un insert ou au moins un embout.
17. Architecture fibreuse tubulaire possédant une partie tubulaire fermée complètement ou partiellement à au moins l'une de ses extrémités ou fond, dans laquelle :
- la partie tubulaire est constituée d'une architecture dont chaque fil, mèche, ruban ou faisceau de fils, ci-après désignés sous le terme générique Fil (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), est issu de manière continue du fond,
 - chaque Fil (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) issu du fond se retrouve de manière continue, par chacune de ses extrémités, dans la partie tubulaire,
 - les Fils (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) de la partie tubulaire s'entrecroisent, **caractérisée en ce que**
 - la jonction entre le fond et le reste de la partie tubulaire présente une continuité de l'ensemble des Fils (31) et une transition de géométrie continue entre l'architecture du fond et celle du reste de la partie tubulaire.
18. Architecture selon la revendication 17, dans laquelle le fond est constitué d'une structure obtenue par superposition de nappe, de tissu bidirectionnel, de tissu tridirectionnel, de tissu multicouche ou multidirectionnel.
19. Architecture selon la revendication 17, dans laquelle la partie tubulaire est constituée par superposition de nappe, de tissu tridirectionnel, de tissu multicouche ou multidirectionnel.
20. Architecture selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, dans laquelle au moins un insert (70) ou embout est incorporé dans un moins un fond.
21. Architecture selon l'une quelconque des revendica-

tions 17 à 20, dans laquelle au moins un insert ou embout est incorporé dans la partie tubulaire.

22. Architecture selon l'une quelconque des revendications 17 à 21, dans laquelle les Fils (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) sont constitués de fibres organiques, métalliques, minérales ou céramiques.
23. Architecture selon l'une quelconque des revendications 17 à 22, dans laquelle les Fils (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) de la partie tubulaire s'entrecroisent suivant un mode de tressage ou de tissage.
24. Matériau composite constitué de l'architecture fibreuse selon l'une quelconque des revendications 17 à 23, noyée dans une matrice organique, métallique ou minérale.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines röhrenförmigen Fasergebildes, wobei das Verfahren die nachfolgenden Schritte umfasst:
- a) Bilden von Spulenpaaren (32, 42, 52, 62, 72) aus Garne, Strängen, Bändern oder Garnbündeln, nachfolgend allgemein mit Garn bezeichnet, wobei jedes Spulenpaar durch Aufspulen eines ersten Teils eines Garns (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) ausgehend von einem ersten Endabschnitt des Garns (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) auf eine erste Spule (32, 42, 52, 62, 72) des Spulenpaares und durch Aufspulen eines zweiten Teils des Garns (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) ausgehend von dem zweiten Endabschnitt des Garns (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) auf die zweite Spule (32, 42, 52, 62, 72) des Spulenpaares gebildet wird,
 - b) Anordnen der Spulenpaare (32, 42, 52, 62, 72) an den Spindeln einer Textilmaschine, indem sie in Abhängigkeit von einer gewünschten Primärstruktur (30) angeordnet werden,
 - c) Anfertigen der Primärstruktur (30) an der Textilmaschine von Schritt b), wobei diese Primärstruktur (30) dem Boden des Fasergebildes entspricht,
 - d) Platzieren eines Trägers (34) an der Textilmaschine, der einem röhrenförmigen Teil des Fasergebildes entspricht, um die Garne (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) bei deren im nachfolgenden Schritt erfolgenden Kreuzlegen zu tragen, zu positionieren und zu halten,
 - e) Ausbilden des röhrenförmigen Teils des Fasergebildes auf dem Träger (34) mit Hilfe der

Garne (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) und der Textilmaschine aus Schritt d),

dadurch gekennzeichnet, dass

das röhrenförmige Fasergebilde an einem seiner Endabschnitte vollständig oder teilweise geschlossen ist, so dass die Verbindung zwischen dem Boden und dem restlichen röhrenförmigen Teil eine Kontinuität sämtlicher Garne (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) und einen Übergang mit kontinuierlicher Geometrie zwischen dem Gebilde des Bodens und dem des restlichen röhrenförmigen Abschnitts aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Spulenpaare (32, 42, 52, 62, 72) in Schritt a) so angeordnet werden, dass die erhaltene Primärstruktur (30) strahlenartig ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Spulenpaare (32, 42, 52, 62, 72) in Schritt a) so angeordnet werden, dass die erhaltene Primärstruktur (30) biaxial ausgeführt ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Spulenpaare (32, 42, 52, 62, 72) in Schritt a) an den Spindeln und im Spulengatter der Textilmaschine so angeordnet werden, dass die erhaltene Primärstruktur (30) triaxial ausgeführt ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Garne (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) der Spulen (32, 42, 52, 62, 72) in Schritt d) so getragen, positioniert und gehalten werden, dass ein biaxiales, röhrenförmiges Gebilde erhalten wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Garne (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) der Spulen (32, 42, 52, 62, 72) in Schritt d) so getragen, positioniert und gehalten werden, dass ein triaxiales, röhrenförmiges Gebilde erhalten wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Textilmaschine aus Schritt d) die Textilmaschine aus Schritt b) ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Primärstruktur (30) mit einer Technik ausgewählt aus Weben, Flechten, Wickeln und Legen von Garnen (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) ausgebildet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und 8, wobei die Primärstruktur (30) ein mehrschichtiges, mehrdimensionales bzw. multidirektionales Gefüge ist, dessen daraus entstandene Garne (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) dazu dienen, den röhrenförmigen Teil auszubilden, der dann mehr-

schichtig ausgeführt ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der röhrenförmige Teil des Fasergebildes auf dem Träger (34) nach einer Technik ausgewählt aus Weben, Flechten, Wickeln und Legen von Garnen (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) ausgebildet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der röhrenförmige Teil des Fasergebildes auf dem Träger (34) nach Art von mehrschichtigen, mehrdimensionalen bzw. multidirektionalen Gefügen ausgebildet ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Textilmaschine aus Schritt d) ausgewählt ist aus einer Webmaschine, Flechtmaschine, einer Wickelmaschine und einer Garnlegemaschine.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, umfassend einen zusätzlichen Schritt g), im Laufe dessen der röhrenförmige Teil des Fasergebildes an einem Ende des Trägers (34) verlängert wird, um einen zweiten Boden des Fasergebildes zu bilden.
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei der zusätzliche Schritt g) durchgeführt wird, bis ein zweiter, geschlossener Boden durch Flechten, Weben, Wickeln oder Legen von Garnen (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) erhalten wird.
15. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in Schritt c) die Fertigung der Primärstruktur (30) dadurch erfolgt, dass in die Primärstruktur (30) zumindest eine Einlage (70) oder zumindest ein Ansatzstück eingegliedert wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei in Schritt e) das Ausbilden des röhrenförmigen Teils des Fasergebildes durch Eingliedern von zumindest einer Einlage bzw. eines Ansatzstücks in den röhrenförmigen Teil erfolgt.
17. Röhrenförmiges Fasergebilde, enthaltend ein röhrenförmiges Teil, das an zumindest einem seiner Endabschnitte bzw. am Boden vollständig oder teilweise verschlossen ist, wobei:
 - das röhrenförmige Teil aus einem Gebilde besteht, bei dem jedes Garn, jeder Strang, jedes Band oder Garnbündel, nachfolgend allgemein mit Garn (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) bezeichnet, in kontinuierlicher Weise aus dem Boden hervorgeht,
 - wobei jedes aus dem Boden hervorgehende Garn (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) in kontinuierlicher Weise mit jedem seiner

- Enden in dem röhrenförmigen Teil vorliegt,
 - wobei die Garne (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) des röhrenförmigen Teils ineinandergreifen,
dadurch gekennzeichnet, dass 5
 - die Verbindung zwischen dem Boden und dem restlichen röhrenförmigen Teil eine Kontinuität sämtlicher Garne (31) und einen Übergang mit kontinuierlicher Geometrie zwischen dem Gebilde des Bodens und dem des restlichen röhrenförmigen Teils aufweist. 10
18. Gebilde nach Anspruch 17, wobei der Boden aus einer Struktur besteht, die durch Übereinanderlagerung von Gelege, zweidimensionalem Gewebe, dreidimensionalem Gewebe, mehrschichtigem oder multidirektionalem Gewebe besteht. 15
19. Gebilde nach Anspruch 17, wobei der röhrenförmige Teil durch Übereinanderlagerung von Gelege, dreidimensionalem Gewebe, mehrschichtigem oder multidirektionalem Gewebe besteht. 20
20. Gebilde nach einem der Ansprüche 17 bis 19, wobei zumindest eine Einlage (70) bzw. ein Ansatzstück in zumindest einem Boden eingegliedert ist. 25
21. Gebilde nach einem der Ansprüche 17 bis 20, wobei zumindest eine Einlage bzw. ein Ansatzstück in den röhrenförmigen Teil eingegliedert ist. 30
22. Gebilde nach einem der Ansprüche 17 bis 21, wobei die Garne (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) aus organischen, metallischen, mineralischen oder keramischen Fasern bestehen. 35
23. Gebilde nach einem der Ansprüche 17 bis 22, wobei die Garne (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) des röhrenförmigen Teils gemäß einer Flecht- oder Webform ineinandergreifen. 40
24. Verbundmaterial, bestehend aus dem Fasergebilde nach einem der Ansprüche 17 bis 23, das in einer organischen, metallischen oder mineralischen Matrix eingebettet ist. 45
- Claims**
1. A method of fabricating a tubular fibrous architecture, the method comprising the following steps consisting in: 50
- a) forming pairs of bobbins (32, 42, 52, 62, 72) from threads, rovings, ribbons or bundles of threads, hereafter designated under the generic term Threads, each pair of bobbins being formed by winding a first part of a Thread (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), from a first end of the Thread (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), onto a first bobbin (32, 42, 52, 62, 72) of the pair and winding a second part of the Thread (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), from the second end of the Thread (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), onto the second bobbin (32, 42, 52, 62, 72) of the pair;
 b) placing the pairs of bobbins (32, 42, 52, 62, 72) on the spindles of a loom, the pairs of bobbins being arranged on the spindles as a function of a desired Primary Structure (30),
 c) forming the Primary Structure (30) on the loom of step b), this Primary Structure (30) corresponding to the bottom of the fibrous architecture;
 d) placing a support (34) conforming with the tubular part of the fibrous architecture into position on a loom to support, position and maintain said Threads (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) during their crossover at the next step;
 e) forming, using said Threads (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) and the loom of step d), the tubular part of the fibrous architecture on the support (34), **characterized in that** the tubular fibrous architecture is partially or completely closed at one of its ends so that the junction between the bottom and the remainder of the tubular part exhibits a continuity of all the Threads (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) and a transition of continuous geometry between the architecture of the bottom and that of the remainder of the tubular part.
2. The method according to claim 1, wherein the pairs of bobbins (32, 42, 52, 62, 72) are arranged, in step a), such that the formed Primary Structure (30) is radiating.
3. The method according to claim 1, wherein the pairs of bobbins (32, 42, 52, 62, 72) are arranged, in step a), such that the formed Primary Structure (30) is of the biaxial type.
4. The method according to claim 1, wherein the pairs of bobbins (32, 42, 52, 62, 72) are arranged, in step a), on the spindles and in the creel of the loom such that the formed Primary Structure (30) is triaxial.
5. The method according to claim 1, wherein the Threads (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) of the bobbins (32, 42, 52, 62, 72) are, in step d), supported, positioned, and maintained so as to obtain a biaxial tubular architecture.
6. The method according to claim 1, wherein the

Threads (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) of the bobbins (32, 42, 52, 62, 72) are, in step d), supported, positioned, and maintained so as to obtain a triaxial tubular architecture.

7. The method according to any one of claims 1 to 6, wherein the loom of step d) is the loom of step b).
8. The method according to any one of claims 1 to 6, wherein the Primary Structure (30) is fabricated using a technique selected from one of: weaving, braiding, batting and placement of Threads (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74).
9. The method according to any one of claims 1 to 6 and 8, wherein the Primary Structure (30) is a multi-layer, multi-dimensional or multi-directional texture, wherein the Threads (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) derived from it are used to make the tubular part which is therefore a multi-layer structure.
10. The method according to any one of claims 1 to 9, wherein the tubular part of the fibrous architecture is fabricated, on the support (34), using a technique selected from one of: weaving, braiding, batting and placement of Threads (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74).
11. The method according to any one of claims 1 to 9, wherein the tubular part of the fibrous architecture is fabricated, on the support (34), using multi-layer, multi-dimensional or multi-directional texture methods.
12. The method according to any one of claims 1 to 9, wherein the loom of step d) is selected from one of: a weaving loom, a braiding machine, a batting machine or a textile material placement machine.
13. The method according to any one of claims 1 to 12, further comprising a supplementary step g) in which the tubular part of the fibrous architecture is extended on one end of the support (34) to form a second bottom of the fibrous architecture.
14. The method according to claim 13, wherein the supplementary step g) is performed until a second closed bottom is obtained by braiding, weaving, batting or placement of Threads (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74).
15. The method according to claim 1, wherein, in step c), the forming of the Primary Structure (30) is made by incorporating at least one insert (70) or at least one end piece into the Primary Structure (30).
16. The method according to any one of claims 1 to 15, wherein, in step e), the tubular part of the fibrous

architecture is formed by incorporating at least one insert or at least one end piece into the tubular part.

17. A tubular fibrous architecture with a partially or completely closed tubular part formed on at least one of its ends or bottom, wherein:

- the tubular part comprises an architecture in which at least each thread, roving, ribbon, or bundle of threads, hereafter designated under the generic term Thread (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) is continuously output from the bottom,
- each Thread (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) continuously output from the bottom ends up continuously, from each of its ends, about the tubular part,
- the Threads (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) of the tubular part cross over,

characterized in that:

- all Threads (31) at the junction between the bottom and the remainder of the tubular part are continuous and there is a continuous geometric transition between the bottom architecture and the architecture of the remainder of the tubular part,

18. The fibrous architecture according to claim 17, wherein the bottom is formed of a structure obtained by superposition of batting, a two-directional fabric, three-directional fabric, multi-layer or multi-directional fabric.
19. The fibrous architecture according to claim 17, wherein the tubular part is formed by superposition of batting, three-dimensional fabric, multi-layer or multi-directional fabric.
20. The fibrous architecture according to any one of claims 17 to 19, wherein at least one insert (70) or end piece is incorporated into at least one bottom.
21. The fibrous architecture according to any one of claims 17 to 20, wherein at least one insert or end piece is incorporated into the tubular part.
22. The fibrous architecture according to any one of claims 17 to 21, wherein the Threads (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) are formed of organic, metallic, mineral, or ceramic fibers.
23. The fibrous architecture according to any one of claims 17 to 22, in which the Threads (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) of the tubular part cross over in accordance with a binding or weaving method.

- 24.** A composite material constituted by the fibrous architecture according to any one of claims 17 to 23, wherein the composite material is embedded in an organic, metallic, or mineral matrix.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

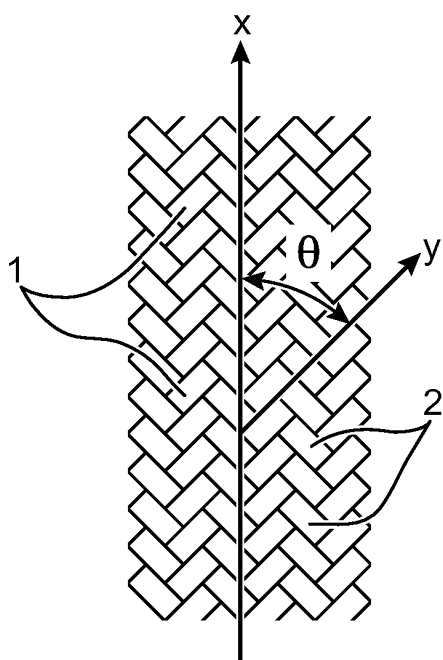


FIG. 1

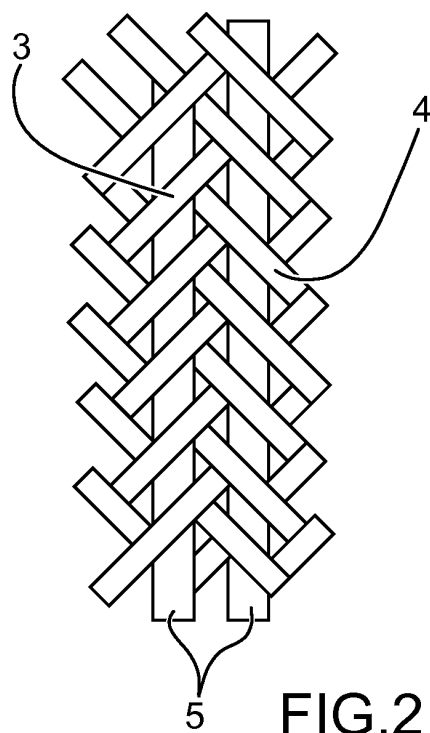


FIG. 2

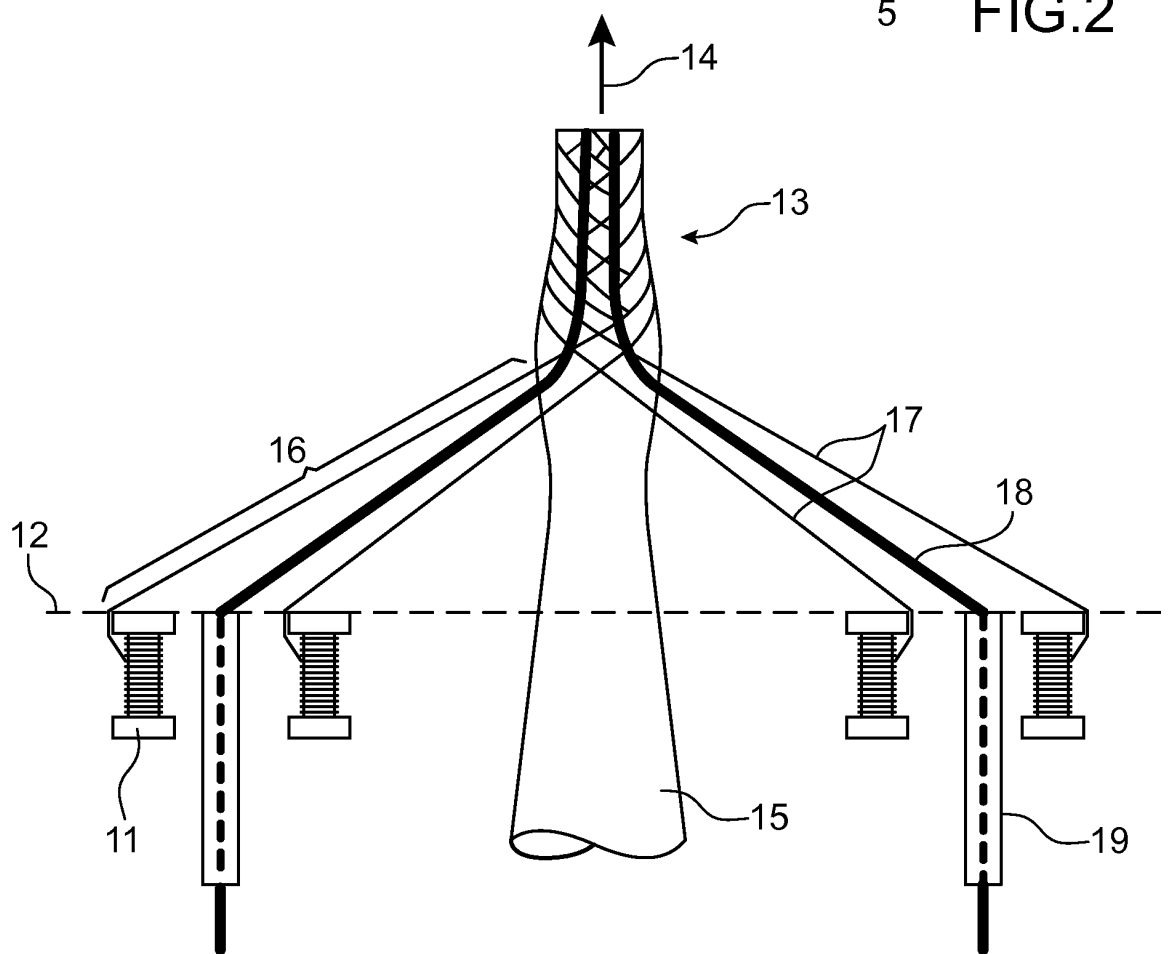


FIG. 3

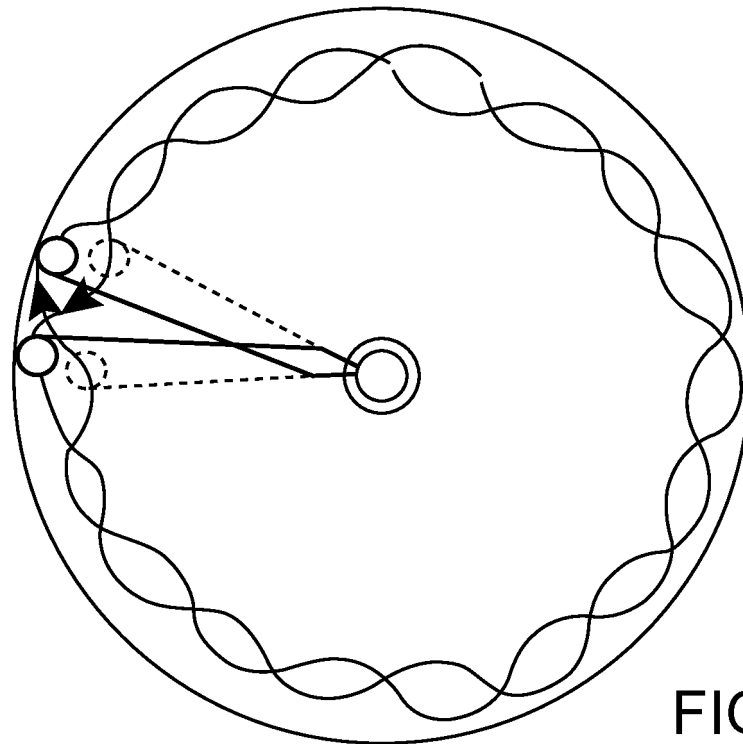


FIG. 4

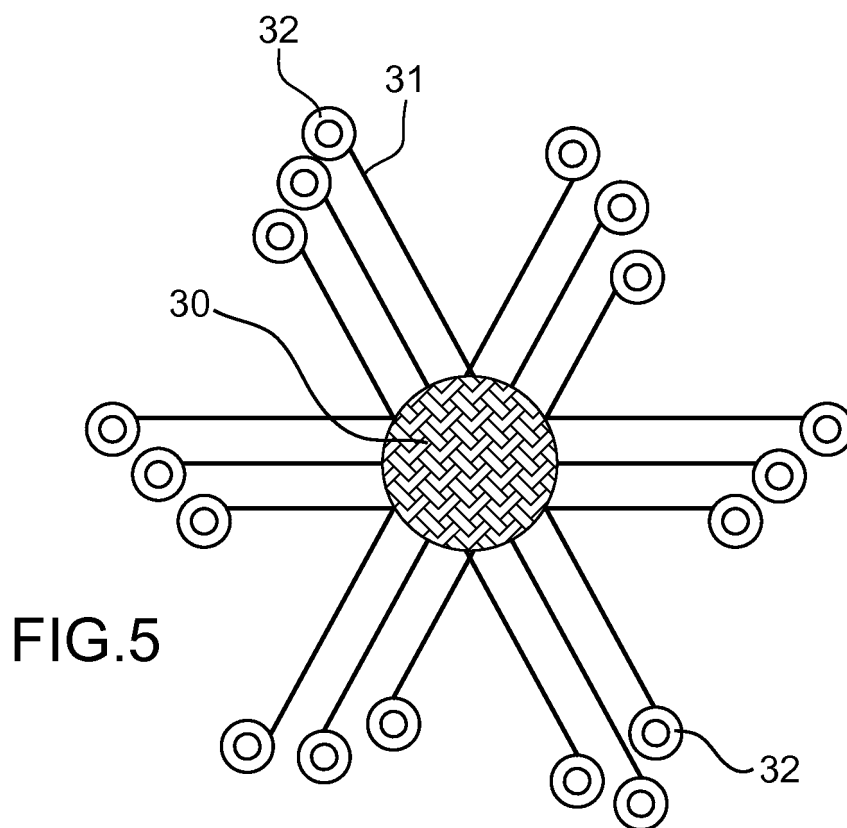


FIG. 5

FIG.6

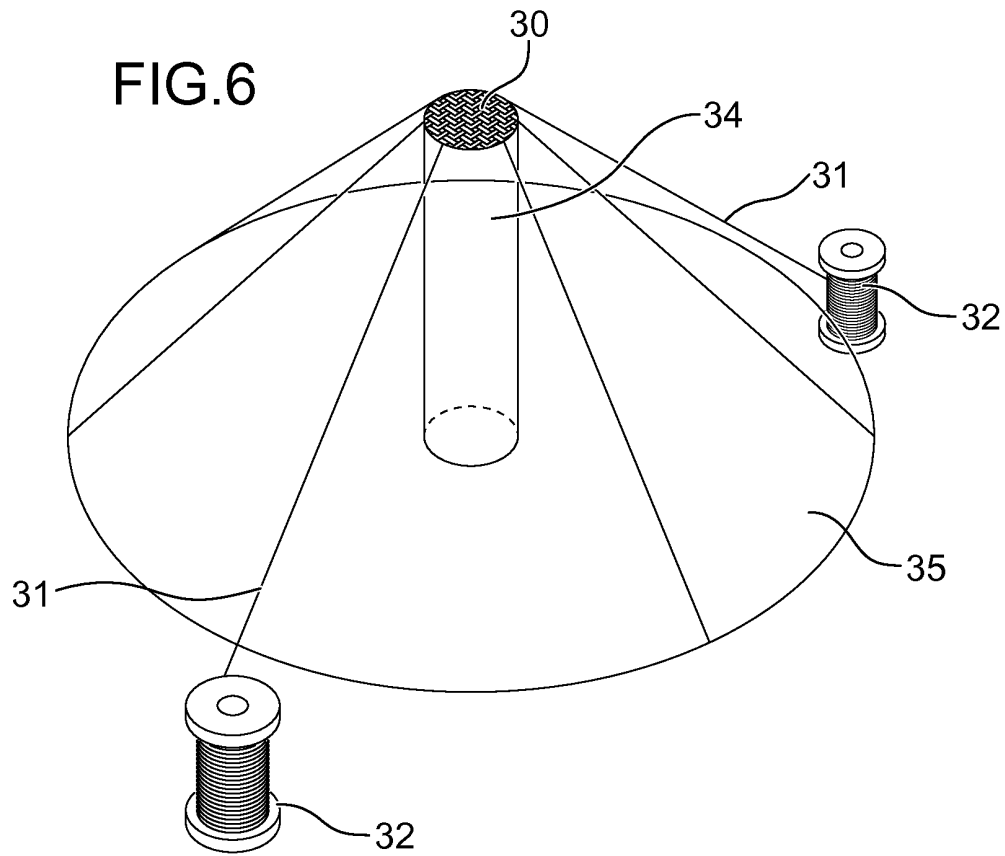
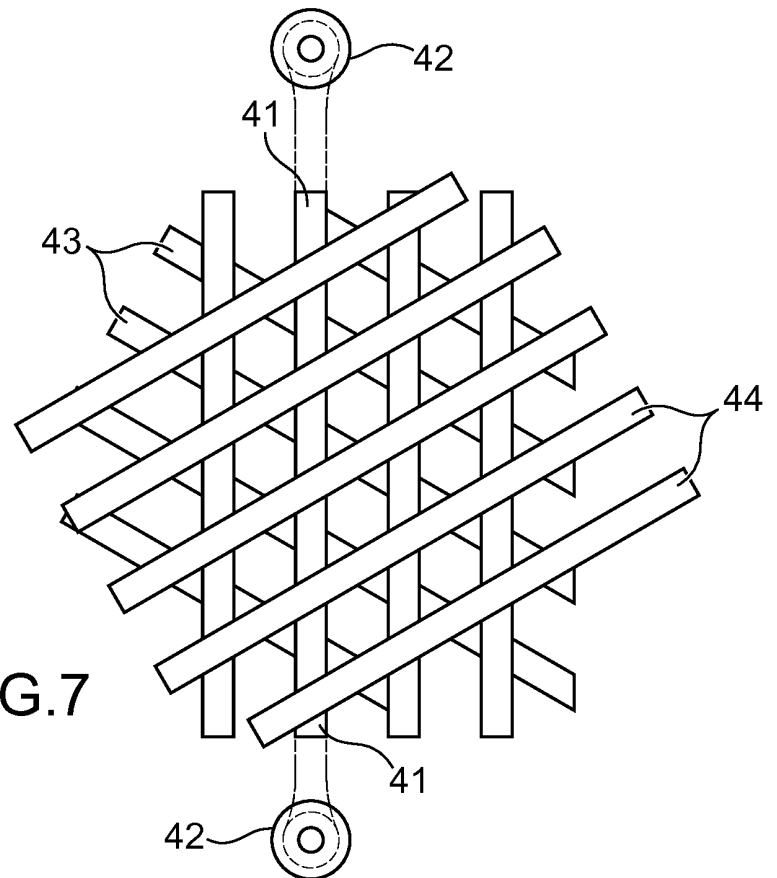
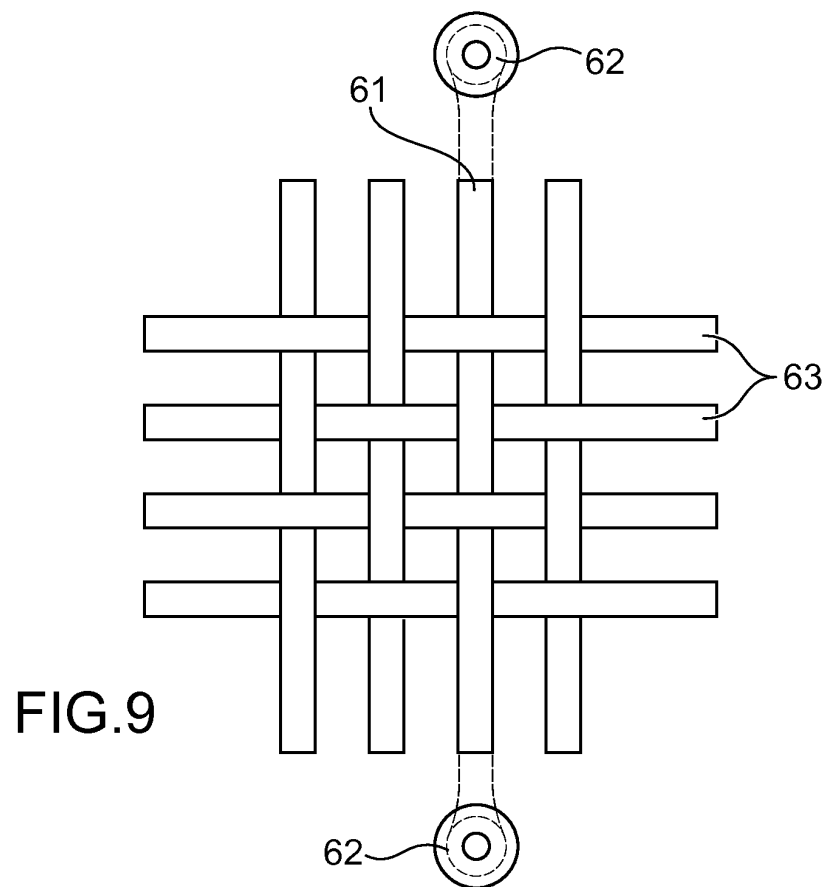
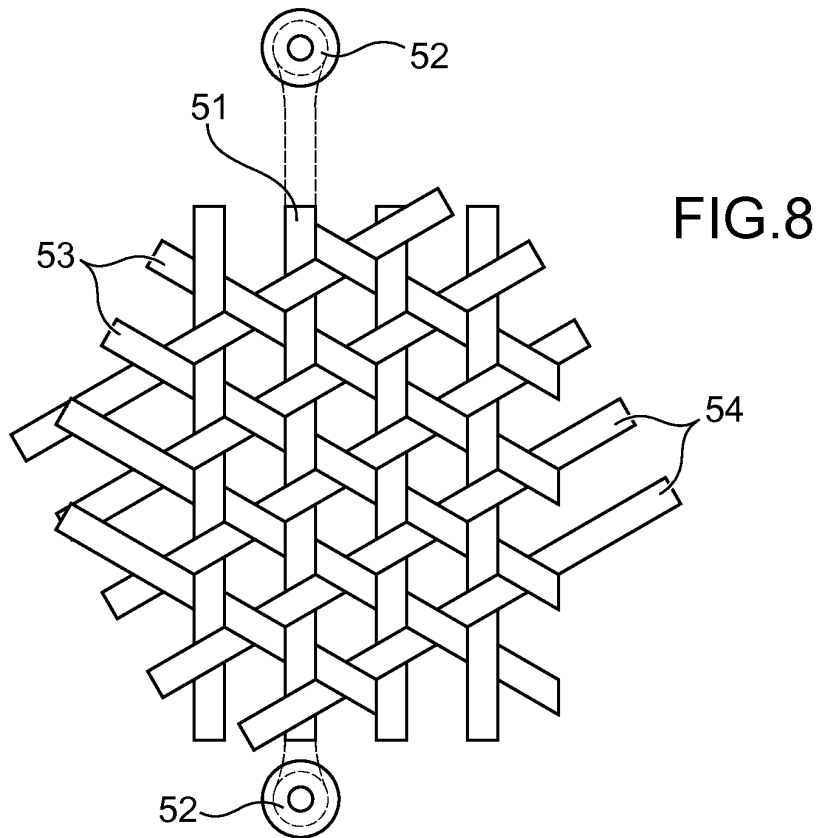


FIG.7





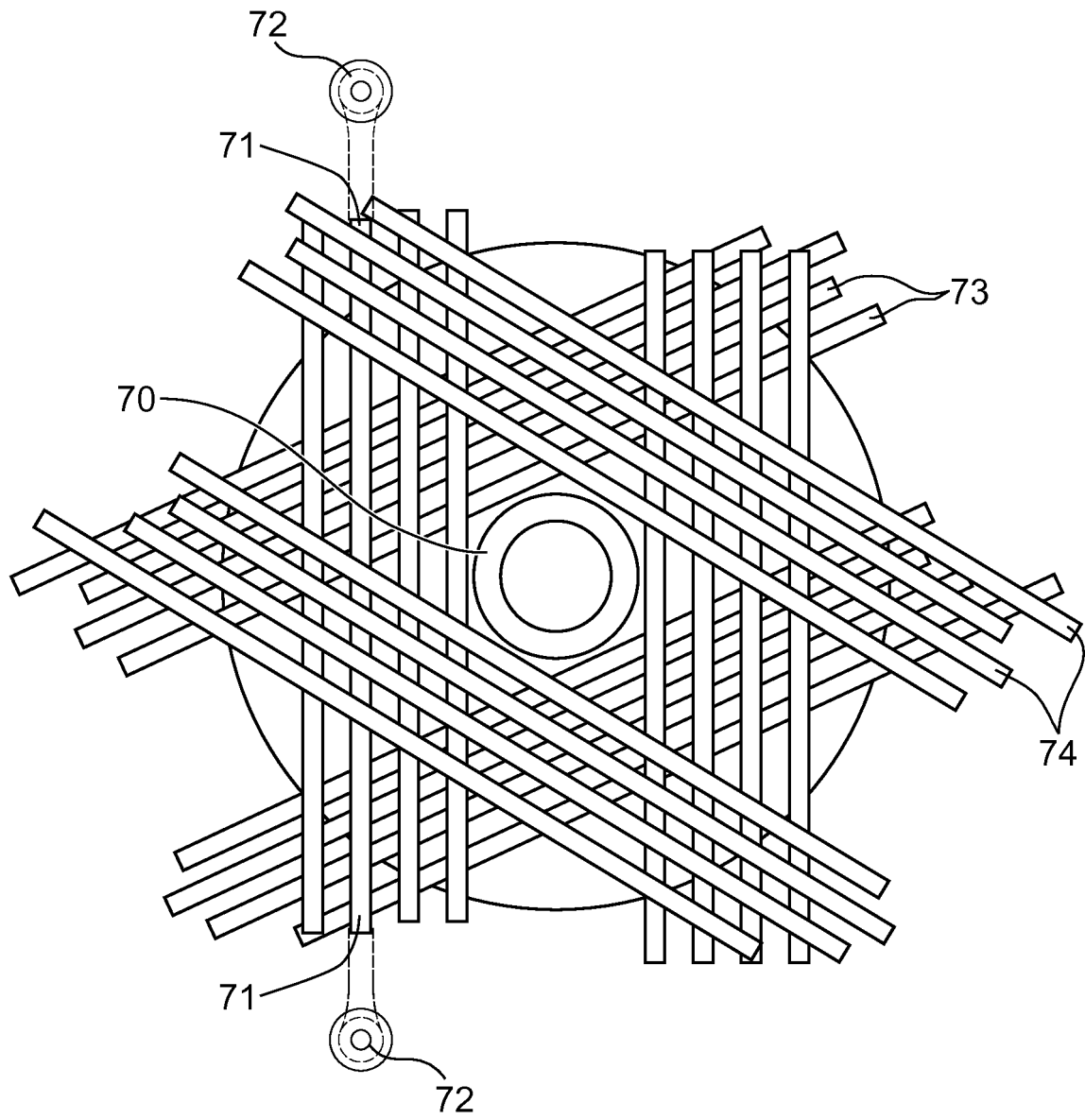


FIG.10

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 7204903 B [0014]
- US 20080264551 A [0015]
- WO 8905724 A [0016]
- EP 0487374 A [0017]
- US 3765557 A [0018]
- US 5070914 A [0019]
- US 2007119295 A1 [0020]
- US 3586058 A [0021]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **Y. ED. LEE.** Handbook of Composite Reinforcements [0008]
- Handbook of Composite Reinforcements. 10 Avril 2006 [0009]
- **G. LUBIN et al.** Handbook of Composites. Springer, 1998 [0011]
- **M. MUNRO et al.** A Comparison of Helical Filament Winding and 2D Braiding of Fiber Reinforced Polymeric Components. *Material and Manufacturing Processes*, 1995, vol. 10 (1), 37-46 [0013]