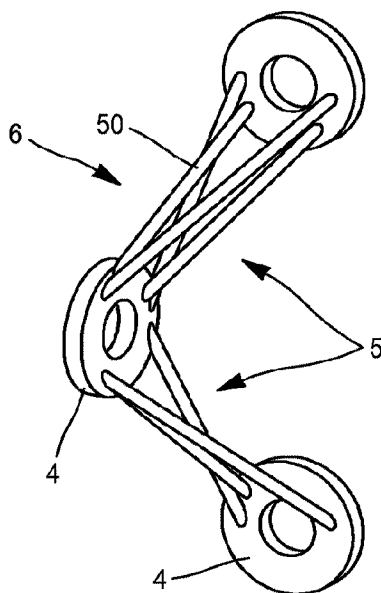




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2018/06/13
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2018/12/20
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2024/01/02
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2019/12/11
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2018/051397
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2018/229437
(30) Priorité/Priority: 2017/06/13 (FR1755289)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B29C 70/16* (2006.01)
(72) Inventeur/Inventor:
VALEMBOIS, GUY, FR
(73) Propriétaire/Owner:
CONSEIL ET TECHNIQUE, FR
(74) Agent: BCF LLP

(54) Titre : PROCEDE DE REALISATION D'UNE PIECE EN MATERIAU COMPOSITE, ET PIECE COMPOSITE
OBTENUE
(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A COMPOSITE MATERIAL PART, AND COMPOSITE PART OBTAINED



(57) Abrégé/Abstract:

Le procédé de réalisation d'une pièce en matériau composite consiste à rajouter une matrice thermoplastique ou thermodurcissable (M) autour d'une préforme (10) constituée d'un treillis de fibres de renfort (F) réalisé par enroulement filamenteux autour des ergots ou analogues d'un châssis. Il consiste à enrouler en outre les fibres (F) sur une ou plusieurs bobines internes (4) à la matrice (M), les axes desdits ergots ou analogues et ceux de ladite une ou plusieurs bobines (4), étant d'orientations différentes, en sorte de conférer audit treillis (10) de fibres une forme tridimensionnelle.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
20 décembre 2018 (20.12.2018)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/229437 A1(51) Classification internationale des brevets :
B29C 70/16 (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2018/051397(22) Date de dépôt international :
13 juin 2018 (13.06.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

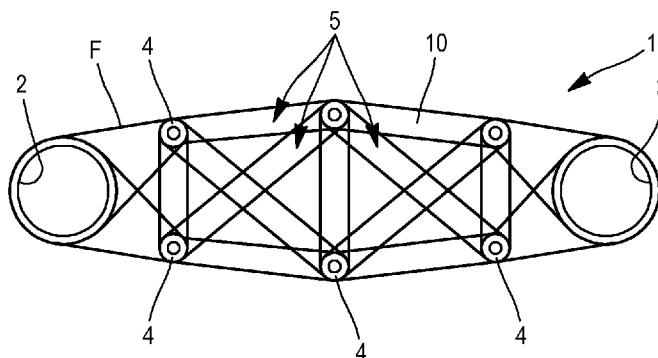
(30) Données relatives à la priorité :
1755289 13 juin 2017 (13.06.2017) FR(71) Déposant : CONSEIL ET TECHNIQUE [FR/FR] ; 37
Coteaux de la Tuilerie, 31650 LAUZERVILLE (FR).(72) Inventeur : VALEMBOIS, Guy ; 37 Coteaux de la Tuile-
rie, 31650 LAUZERVILLE (FR).(74) Mandataire : LITTOLFF, Denis ; CABINET BLE-
GER-RHEIN-POUPON, 4a rue de l'Industrie, 67450 MUN-
DOLSHEIM (FR).(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM),
européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES,
FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).**Publiée:**

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A COMPOSITE MATERIAL PART, AND COMPOSITE PART OBTAINED

(54) Titre : PROCEDE DE REALISATION D'UNE PIECE EN MATERIAU COMPOSITE, ET PIECE COMPOSITE OBTENUE

FIG. 1

(57) **Abstract:** The process for producing a composite material part consists in adding a thermoplastic or thermosetting matrix (M) around a preform (10) consisting of a lattice of reinforcing fibers (F) produced by filament winding around the pins or the like of a frame. It consists in further winding the fibers (F) over one or more reels (4) inside the matrix (M), the axes of said pins or the like and those of said one or more reels (4), being of different orientations, so as to give said lattice (10) of fibers a three-dimensional shape.(57) **Abstrégé :** Le procédé de réalisation d'une pièce en matériau composite consiste à rajouter une matrice thermoplastique ou thermosettable (M) autour d'une préforme (10) constituée d'un treillis de fibres de renfort (F) réalisé par enroulement filamentaire autour des ergots ou analogues d'un châssis. Il consiste à enrouler en outre les fibres (F) sur une ou plusieurs bobines internes (4) à la matrice (M), les axes desdits ergots ou analogues et ceux de ladite une ou plusieurs bobines (4), étant d'orientations différentes, en sorte de conférer audit treillis (10) de fibres une forme tridimensionnelle.

WO 2018/229437 A1

Procédé de réalisation d'une pièce en matériau composite,
et pièce composite obtenue.

La présente invention concerne le domaine des pièces en
5 matériau composite, comprenant une matrice thermoplastique ou
thermodurcissable renforcée de fibres, telle que, non
limitativement, des ferrures.

On notera que par fibre on entend toutes les formes sous
lesquelles peuvent être présentées les fibres de renfort, et
10 notamment, mais non limitativement, des mèches, rubans ou
cordons de fibres de renfort.

De telles pièces en matériau composite, comme celles
décrites dans les documents DE 29 45 469, FR 3 032 144, DE
102010025940 et WO 2015/066407 par exemples, présentent une
15 structure en treillis obtenue par bobinage de fibres imprégnées
de résine sur un châssis duquel ont saillie des plots, en sorte
de permettre de faire cheminer et de tendre les fibres entre
lesdits plots pour les orienter préférentiellement selon les
directions de sollicitation.

20 Du fait de la disposition des broches, les fibres
s'étendent dans des plans sensiblement parallèles, ou
parfaitement parallèles comme dans le document WO 2015/066407,
avec pour conséquence que la structure en treillis obtenue ne
peut pas répondre, de manière optimale, à des sollicitations
25 exercées dans des directions autres que celles parallèles
auxdits plans.

On sait que les fibres de renfort ont montré leur
efficacité dans la capacité à réaliser des structures mécaniques
à la fois résistantes et légères. Cette efficacité est due à ce
30 que les barres constituant le treillis sont sollicitées en
traction ou compression, sollicitations particulièrement
adaptées à présenter des contraintes uniformes dans les sections
droites des barres.

Il est bien connu que, pour les matériaux composites, la
35 tenue des fibres en compression est plus modeste que la tenue de
celles-ci en traction, tout particulièrement du fait du problème

du flambage des fibres en compression, flambage global ou local des fibres.

Cela est plus flagrant lors de croisements des fibres au niveau de nœuds intermédiaires, la sollicitation en compression
5 provoquant inévitablement la désolidarisation des jonctions de fibres.

Dans le document FR 3 032 144, les fibres sont disposées selon une forme de treillis dans une première préforme, qui est compactée pour former une seconde préforme apte à être moulée.
10 La phase de compactage induit la non rectitude des barres formant le treillis. De plus, l'écrasement de ces barres dans leur extrémité crée des formes complexes propres à induire des sollicitations parasites dans les barres.

De plus, lors de la phase d'écrasement, les fibres sont
15 soit sur-tendues, ce qui entraîne des contraintes internes significatives dans la pièce finale, soit sous-tendues ce qui génère leur plissage.

Afin de pouvoir solliciter des fibres minces en compression, il convient de respecter les trois conditions
20 suivantes : que les fibres soient parfaitement rectilignes, qu'elles soient bloquées dans leur déformation ou déplacement transversal(e) à leur direction principale, et que l'introduction de l'action mécanique dans les fibres se fasse sans introduction d'aucune sollicitation parasite.

25 Dans le cas d'une structure en treillis constituée d'un entremêlement de fibres, la traction est bien reprise par le réseau de fibres car cette sollicitation consolide le nœud constitué par le croisement de fibres.

En revanche, la compression des fibres a tendance à
30 désolidariser le nœud. La forme incurvée de la fibre due au croisement de celle-ci favorise la flexion locale de la fibre mise en compression et donc le flambage global de la fibre.

La présente invention a pour but de remédier aux divers inconvénients précités, en proposant un procédé de réalisation
35 d'une pièce en matériau composite, et plus particulièrement de réalisation de la structure treillis d'une pièce en matériau

composite, respectant les trois conditions précédemment définies, ainsi que la pièce obtenue, en sorte que cette dernière présente une tenue mécanique en compression.

5 Le procédé de réalisation d'une pièce en matériau composite, selon l'invention, consiste à rajouter une matrice thermoplastique ou thermodurcissable autour d'une préforme constituée d'un treillis de fibres de renfort réalisé par enroulement filamenteux autour des ergots ou analogues d'un châssis, et il se caractérise en ce qu'il consiste à enrouler en
10 outre les fibres sur une ou plusieurs bobines internes à la matrice, les axes desdits ergots ou analogues et ceux de ladite une ou plusieurs bobines, étant d'orientations différentes, en sorte de conférer audit treillis de fibres une forme tridimensionnelle.

15 Selon une caractéristique additionnelle du procédé selon l'invention, on réalise des enroulements entre des paires de bobines internes, pour former des barres constituant la structure de treillis.

20 Selon une autre caractéristique additionnelle du procédé selon l'invention, les enroulements entre deux bobines d'une paire de bobines sont réalisés en passant d'un côté ou de l'autre de l'une et/ou l'autre bobine, en sorte de créer, au sein de la barre qui relie lesdites deux bobines, au moins un croisement de fibres.

25 Selon une autre caractéristique additionnelle du procédé selon l'invention, on réalise, préalablement à l'amorce de l'enroulement de la fibre sur une bobine vers une autre bobine pour la création d'une barre, un ou plusieurs enroulements complets autour de la bobine.

30 Selon une autre caractéristique additionnelle du procédé selon l'invention, on effectue un ou plusieurs enroulements complets de consolidation autour de la bobine entre les fibres qui forment les barres, pendant et/ou après la réalisation des enroulements de création desdites barres.

35 Selon une autre caractéristique additionnelle du procédé selon l'invention, l'ajout d'une matrice thermoplastique ou

thermodurcissable autour de la préforme est réalisé soit par trempage, soit par pulvérisation, soit par surmoulage.

De manière avantageuse, les bobines pourront également constituer des formes interfaces de la pièce finale.

5 La ou les bobines internes permettent de créer des nœuds intermédiaires, permettant un changement de direction d'un plan dans un autre non parallèle, et donc de réaliser des formes globales complexes en trois dimensions.

10 Le processus d'enroulement peut être judicieusement robotisé, il permet de réaliser la dépose de fibres tout en maintenant une tension, ce qui est le garant de la rectitude de ces fibres.

15 Cet enroulement local peut se décomposer en une phase de création préliminaire de la forme du nœud par un enroulement initial autour de la bobine servant à donner la résistance et la rigidité minimale au nœud, puis des enroulements de création des barres consolidées par des enroulements de consolidation réalisés pendant ou après les enroulements de création des barres.

20 Dans le cas de l'utilisation de résine thermoplastique d'imprégnation des fibres, l'enroulement est réalisé avec un réchauffement de la fibre, puis un refroidissement de l'ensemble de la préforme pour lui donner une cohésion globale.

25 Dans le cas de l'utilisation de résine thermodurcissable d'imprégnation des fibres, l'enroulement est réalisé avec un réchauffement suffisant de la fibre puis un refroidissement de l'ensemble de la préforme pour lui donner une cohésion globale avec, si nécessaire, un passage à une température de réticulation.

30 La préforme ainsi constituée est ensuite entourée d'une matrice, préférentiellement mais non limitativement, du même matériau ayant servi à l'imprégnation des fibres, soit par trempage dans un bain de matériau constituant la matrice, à la température recommandée pour présenter une fluidité suffisante
35 pour couvrir le treillis de fibres, soit par pulvérisation, soit par moulage dans un moule, le volume de comblement de la pièce

étant injecté en complément du treillis préalablement disposé dans le moule.

Outre que le procédé selon l'invention permet d'obtenir une grande rectitude de fibres, il autorise, par conséquent, une
5 utilisation de moins de fibres de renforcement.

De plus, il permet de faire des pièces plus légères et donc moins chères.

Les avantages et les caractéristiques du procédé selon l'invention, et des pièces qu'il permet de mettre en œuvre,
10 ressortiront plus clairement de la description qui suit et qui se rapporte au dessin annexé, lequel en représente plusieurs modes de réalisation non limitatifs.

Dans le dessin annexé :

- les figures 1 et 2 représentent des vues schématiques
15 d'une bielle plane en cours de fabrication par le procédé selon l'invention,

- la figure 3 représente une vue schématique d'une variante de la même bielle.

- la figure 4 représente une vue schématique partielle et
20 en coupe d'une partie de la même bielle,

- les figures 5, 6, 7 et 8 représentent des vues schématiques en perspective de pièces en matériau composite fabriquées selon le procédé.

En référence aux figures 1 et 2, on peut voir une bielle
25 plane 1 en matériau composite fabriquée par la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

Plus précisément, la figure 1 représente une première étape de fabrication d'une structure en treillis 10 de fibres de renfort F, réalisée par enroulement filamentaire.

30 La fibre F, qui peut consister, non limitativement, en des mèches, rubans ou cordons de fibres de renfort, est enroulée entre deux poulies 2 et 3 destinées à la constitution des deux œillets de la bielle 1, et portées par un châssis non représenté.

Selon l'invention, le châssis porte également des bobines 4, ou poulies intermédiaires, disposées entre les poulies 2 et 3, et sur lesquelles la fibre F est également enroulée.

5 Ces bobines 4, ou poulies intermédiaires, permettent, la création entre chaque paire de bobines 4, des barres 5 qui forment la structure en treillis 10.

10 Sur la figure 2 on peut voir une étape suivante du procédé, qui consiste à mouler sur la structure en treillis 10, une matrice M thermodurcissable ou thermoplastique suivant le cas, les bobines 4 et les barres 5 étant noyées dans cette matrice M.

En référence maintenant à la figure 3, on peut voir que le procédé selon l'invention autorise de multiples possibilités de réalisation de la structure en treillis 10, notamment lorsque les bobines 4 présentent un certain diamètre.

15 Il est ainsi possible, lors de la réalisation d'un changement de direction de l'enroulement sur une bobine 4, de passer d'un côté ou de l'autre de cette dernière, de tendre des fibres F obliquement dans une barre 5.

20 Les bobines 4 permettent de varier les bobinages, directs ou croisés, simples ou multiples de manière à permettre une optimisation du treillis de fibres.

25 On notera que le moulage de la matrice M est réalisée dans un moule, non représenté, et que dans celui-ci peuvent être disposées, avant moulage, plusieurs préformes constituées chacune d'une structure de treillis 10.

30 On notera également que sur les figures 1, 2 et 3, les bobines 4 peuvent selon l'invention, comme cela n'est pas visible sur une vue en plan, ne pas être dans un même plan, en sorte que les barres 5 soient inclinées selon des plans non perpendiculaires aux axes des bobines 4.

En référence à la figure 4, on peut voir une bobine 4, ou poulie intermédiaire. Cette bobine 4 comporte, dans ce mode de réalisation non limitatif, un arbre 40 et deux flasques latéraux 41.

On comprendra qu'une telle bobine 4 permet que les fibres F puissent s'étendre dans des plans non perpendiculaires à l'axe de l'arbre 40.

5 Selon l'invention, l'enroulement de la fibre F au niveau d'une telle bobine 4 est décomposé en plusieurs phases. Dans un premier temps on réalise un enroulement initial 42 autour de l'arbre 40 entre les flasques 41, afin de donner la résistance et la rigidité minimale au nœud à former, puis on réalise un enroulement vers une autre bobine 4 pour la création des barres 10 5, et enfin, des enroulements 43 autour de l'arbre 40 et entre les fibres F qui forment les barres 5, et réalisés pendant et/ou après la création de enroulements de création des barres 5.

Ces enroulements ont pour but de bloquer la déformation en compression dans la zone enroulée, mais également de réduire, 15 selon la nécessité, la longueur des barres 5 sujettes au flambement.

En référence aux figures 5, 6, 7 et 8, on peut voir des pièces composites, respectivement 6, 7, 8 et 9, réalisées par la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

20 On peut constater que l'enroulement des fibres peut être réalisé entre deux bobines 4 d'axes non parallèles. L'enroulement ainsi obtenu est globalement vrillé tout en respectant la rectitude des poutres 50 de fibres constituant les barres 5.

25 Ce vrillage associé au choix du diamètre des bobines 4, permet de créer un fibrage tridimensionnel présentant potentiellement de la résistance hors plan.

On notera que certaines bobines 4 de ces pièces 6, 7, 8 et 9 constituent des formes interfaces.

30 Il est possible de créer un treillis de fibres tridimensionnel propre à optimiser le fibrage d'une pièce volumique, ayant une tenue mécanique lors de phases de mise en compression des barres 5 constituant le treillis 10.

REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'une pièce en matériau composite, le procédé comprenant les étapes consistant à :

- assembler une pluralité de bobines, chacune des bobines comportant un arbre muni d'un axe perpendiculaire au plan de la bobine associée au dit axe perpendiculaire et deux flasques latéraux à chaque extrémité dudit arbre, chacune des bobines ayant un premier côté et un deuxième côté opposé au premier côté ;

- réaliser un enroulement initial avec des fibres initiales autour de l'arbre d'une des bobines, ladite bobine servant à donner une résistance et une rigidité initiale à un nœud, entre les flasques latéraux associés à ladite bobine de sorte à former un enroulement initial ayant un nœud présentant une résistance initiale, un plan de bobine initial, et une rigidité initiale ;

- réaliser un enroulement de fibres depuis l'enroulement initial vers une autre bobine pour la création d'une barre sous tension ayant une résistance de barre, un plan de bobine de barre et une rigidité de barre après ledit nœud, ledit plan de bobine de barre étant différent dudit plan de bobine initial, ladite résistance de barre étant différente de ladite résistance initiale, ladite rigidité de barre étant différente de ladite rigidité initiale, les fibres de la barre comprenant une première fibre de barre sur ledit premier côté de la bobine correspondante et une deuxième fibre de barre sur le deuxième côté de la bobine associée;

- réaliser un enroulement de fibres de consolidation autour de l'arbre associé à la bobine servant à donner la résistance de sorte à former un enroulement de consolidation après la réalisation de l'enroulement initial et après la réalisation de l'enroulement de création de la barre, ledit enroulement initial, ladite barre consolidée et ledit enroulement de consolidation formant un treillis de fibres de renfort ; et

- couvrir le treillis de fibres de renfort ainsi formé d'une matrice thermoplastique ou thermodurcissable de sorte à réaliser une pièce de

forme tridimensionnelle basée sur le plan de bobine initial et ledit plan de bobine de barre.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de réalisation de l'enroulement de création de la barre comprend les étapes consistant à :

- faire passer ladite première fibre de barre sur ledit premier côté de ladite bobine correspondante vers ladite autre bobine ; et
- faire passer ladite deuxième fibre de barre de ladite autre bobine audit côté opposé de ladite bobine correspondante.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la tension initiale entre la bobine servant à donner une résistance et une rigidité initiale et l'autre bobine est maintenue par ledit nœud avec ladite résistance initiale et ladite rigidité initiale.

4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape d'enroulement initial comprend un enroulement complet des fibres initiales autour dudit arbre entre les flasques latéraux associés à la bobine comprenant ledit arbre.

5. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de couverture du treillis de fibres de renfort avec la matrice est mise en œuvre soit par trempage, soit par pulvérisation, soit par surmoulage.

6. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape d'enroulement de fibres de consolidation autour de l'arbre associé à la bobine servant à donner la résistance est postérieure à l'étape d'enroulement de ladite deuxième fibre de barre.

FIG. 1

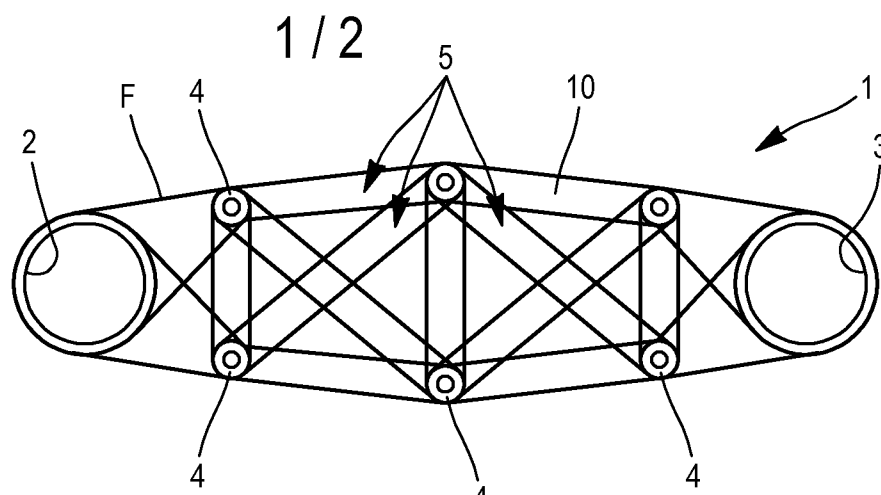


FIG. 2

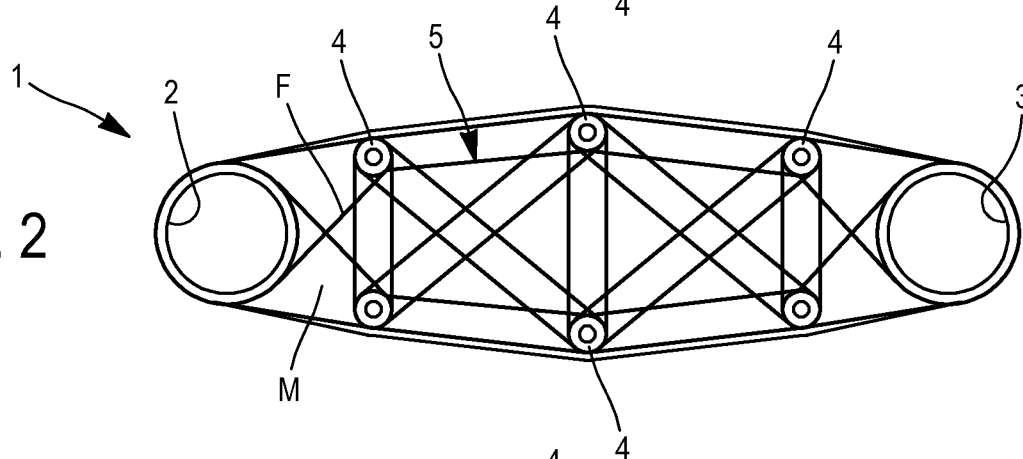


FIG. 3

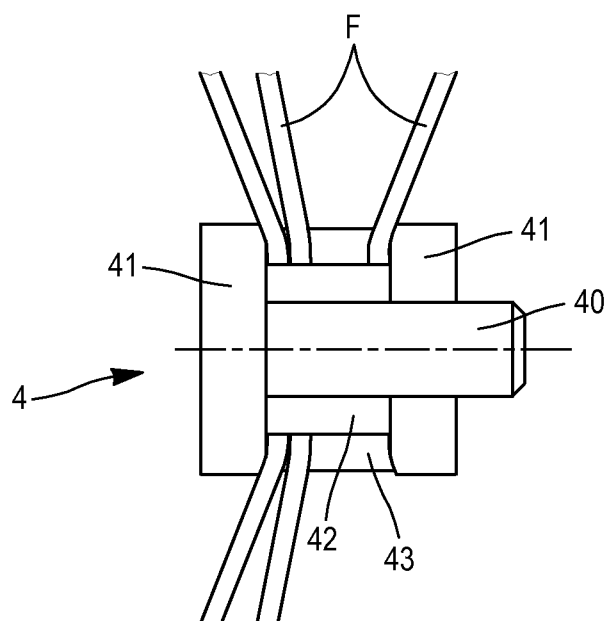
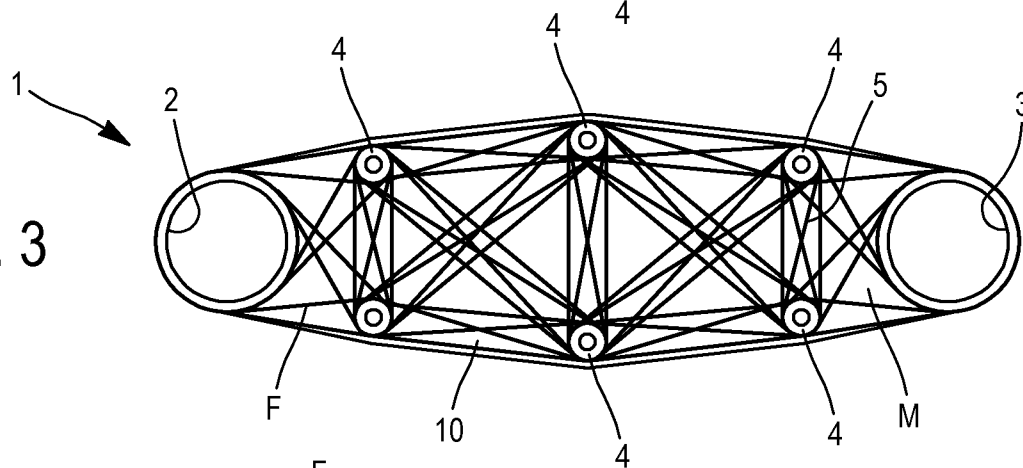


FIG. 4

2 / 2

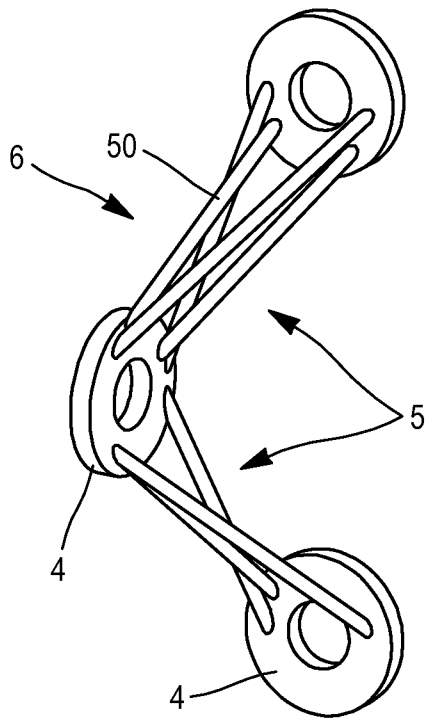


FIG. 5

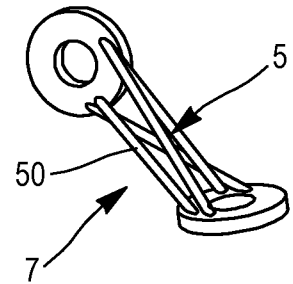


FIG. 6

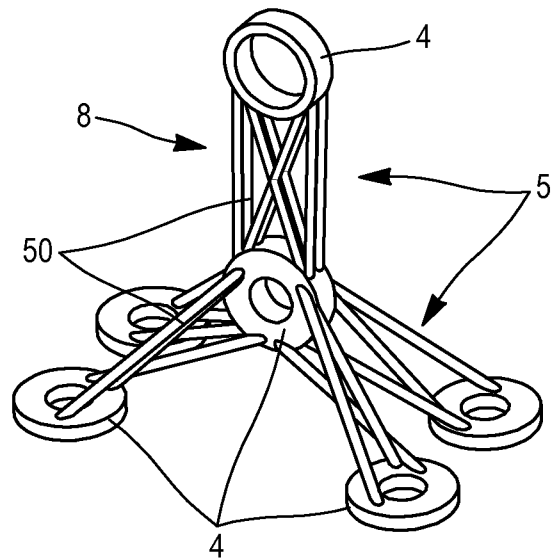


FIG. 7

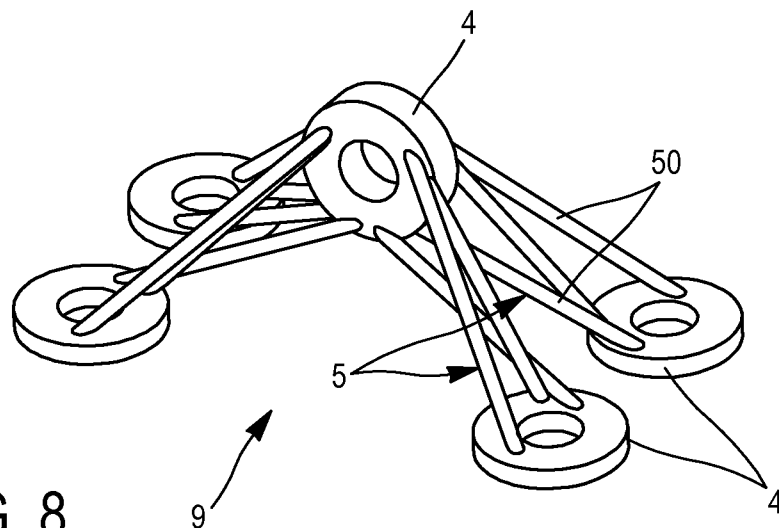


FIG. 8

