



(11) **EP 2 655 713 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
18.07.2018 Bulletin 2018/29

(51) Int Cl.:
D04C 1/06 (2006.01) D04C 3/34 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11807916.9**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2011/073692

(22) Date de dépôt: **21.12.2011**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2012/085156 (28.06.2012 Gazette 2012/26)

(54) **PROCEDE DE TRESSAGE DE FIBRES RENFORÇANTES A VARIATION D'INCLINAISON DES FIBRES TRESSEES**

VERFAHREN ZUM VERFLECHTEN VON VERSTÄRKUNGSFASERN UNTER VERÄNDERUNG DER NEIGUNG DER VERFLOCHTENEN FASERN

PROCESS FOR BRAIDING REINFORCING FIBRES WITH INCLINATION VARIATION OF THE BRAIDED FIBRES

(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**

(30) Priorité: **24.12.2010 FR 1061259**

(43) Date de publication de la demande:
30.10.2013 Bulletin 2013/44

(73) Titulaires:
• **Safran Landing Systems**
78140 Vélizy-Villacoublay (FR)
• **Aircelle**
76700 Gonfreville-l'Orcher (FR)

(72) Inventeurs:
• **MASSON, Richard**
F-78350 Les Loges En Josas (FR)
• **DESJOYEUX, Bertrand**
F-76310 Sainte Adresse (FR)
• **BOUDIER, Romain**
F-78220 Viroflay (FR)

(74) Mandataire: **Beaudouin-Lafon, Emmanuel et al**
Cabinet Boettcher
16, rue Médéric
75017 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 2 221 408 EP-A2- 0 307 112
US-A- 4 785 709 US-A- 5 398 586
US-B1- 6 616 996

EP 2 655 713 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

[0001] L'invention concerne la fabrication de pièces en matériau composite obtenues par application sur un mandrin d'une ou plusieurs couches de fibres renforçantes tressées.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

[0002] Dans un tel procédé qui est utilisé par exemple pour fabriquer une bielle en matériau composite, on utilise un mandrin qui constitue principalement un support sur lequel les couches de fibres renforçantes tressées sont formées. Les couches tressées épousent la forme extérieure de ce mandrin lorsqu'elles sont appliquées sur celui-ci, de sorte que la bielle finale a une géométrie correspondant à une forme souhaitée.

[0003] Les couches de fibres renforçantes sont appliquées sur le mandrin avec une machine de tressage du type de la machine repérée par 1 dans la figure 1.

[0004] Le mandrin 2 est alors installé dans la machine 1 qui comporte essentiellement un anneau 3 portant deux séries de bobines de fibres renforçantes. Les fibres renforçantes 4 se rejoignent sur le mandrin qui s'étend selon l'axe AX, dans une région de convergence située à une certaine distance de l'anneau 3, de sorte que les fibres renforçantes délimitent conjointement une forme conique.

[0005] Le lancement d'un cycle de tressage provoque d'une part le déplacement du mandrin 2 par rapport à l'anneau 3 le long de l'axe AX, et d'autre part le déplacement le long de la circonférence de l'anneau des bobines de la première série et des bobines de la seconde série qui tournent en sens inverse.

[0006] Les bobines de la première série suivent une première trajectoire sinusoïdale s'étendant le long de la circonférence de l'anneau, et les bobines de la seconde série suivent une seconde trajectoire sinusoïdale s'étendant aussi le long de la circonférence de l'anneau en entrecroisant la première trajectoire.

[0007] En pratique, les bobines de la première série et celles de la seconde série sont alternées le long de la circonférence de l'anneau. En fonctionnement, les bobines de la première série et de la seconde série tournent en sens inverse en suivant leurs trajectoires sinusoïdales, de sorte qu'elles s'entrecroisent sans interférer les unes avec les autres pour former la tresse.

[0008] L'inclinaison θ des fibres dans la couche de fibres tressées, par rapport à l'axe longitudinal AX, est ainsi conditionnée par la vitesse V_m d'avance du mandrin le long de l'axe AX et par la vitesse de rotation ω_c des bobines autour de l'axe AX, ainsi que par le diamètre D_m du mandrin, conformément à la relation suivante :

$$\tan(\theta) = \pi \cdot D_m \cdot \omega_c / V_m$$

[0009] Pour une pièce donnée, la vitesse d'avance du

mandrin et la vitesse de rotation des bobines sont ajustées pour que les fibres soient tressées en étant inclinées selon une valeur angulaire prédéterminée θ telle que trente ou soixante degrés par rapport à l'axe AX. Plusieurs passages peuvent être réalisés pour constituer plusieurs couches de fibres tressées superposées autour du mandrin.

[0010] L'ensemble constitué par le mandrin et les différentes couches de fibres tressées qu'il porte, est ensuite placé dans un moule. De la résine est alors injectée pour imprégner les couches de fibres, après quoi cette résine est polymérisée, par exemple par chauffage, pour que l'ensemble constitué par les couches de fibres et la résine constitue un tout rigide.

[0011] Ce procédé permet de fabriquer une bielle ayant des qualités mécaniques sensiblement identiques dans ses différentes régions. Mais ce procédé est insuffisant pour produire de manière compétitive des bielles telles que les bielles 6 et 7 des figures 2 et 3, pour lesquelles les qualités mécaniques recherchées sont différentes selon que l'on considère leurs extrémités ou bien leur corps principal.

[0012] Concrètement, les extrémités comportent les chapes qui constituent les zones d'introduction d'effort, et elles sont par là même soumises à des contraintes mécaniques multidirectionnelles très différentes et plus élevées que celles du corps de bielle dans lequel la contrainte mécanique est principalement longitudinale.

[0013] En pratique, on est conduit à ajouter de la matière au niveau des extrémités, pour augmenter la résistance mécanique et la tenue à la fatigue dans ces régions. Cependant, les solutions existantes pour ajouter de la matière localement sont complexes et très coûteuses à mettre en oeuvre.

[0014] Le brevet US6616996 concernant un microtube, enseigne d'utiliser une machine de tressage à paramètres programmables et de faire varier ces paramètres au cours du processus de tressage pour faire varier la densité de fibres renforçantes le long du tube. Une telle machine est onéreuse, et incompatible avec le tressage d'organes mécaniques de grandes dimensions tels que des bielles. De plus, le procédé proposé ne comprend aucune étape de reconfiguration dans laquelle le déplacement des bobines est arrêté.

[0015] Le document US 5398586 A divulgue un procédé selon le préambule de la revendication 1 comprenant aussi une étape de reconfiguration dans laquelle le déplacement des bobines est arrêté. Pendant cet arrêt la machine n'est pas paramétrée avec une nouvelle vitesse de rotation des bobines et reprend le tressage sans modification de la vitesse de rotation des bobines.

OBJET DE L'INVENTION

[0016] Le but de l'invention est de proposer une solution pour remédier à cet inconvénient.

RESUME DE L'INVENTION

[0017] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé pour tresser une couche de fibres renforçantes sur un mandrin avec une machine de tressage comportant un anneau portant au moins deux séries de bobines de fibres renforçantes :

- en déplaçant ce mandrin longitudinalement selon une direction normale à l'anneau à une vitesse d'avance prédéterminée ;
- et en déplaçant les deux séries de bobines le long de l'anneau pour qu'elles s'entrecroisent en tournant à une vitesse de rotation prédéterminée dans des sens opposés autour d'un axe central de cet anneau ;
- la tresse se formant sur le mandrin au niveau d'une région de convergence des fibres renforçantes au voisinage de laquelle ces fibres renforçantes délimitent conjointement une forme conique ;

caractérisé en ce qu'il comporte

- une étape de reconfiguration, dans laquelle le déplacement des bobines est arrêté, et dans laquelle la machine est réagencée pour que l'angle au sommet du cône délimité par les fibres renforçantes au voisinage de la région de convergence prenne une nouvelle valeur, et dans laquelle la machine est paramétrée avec une nouvelle vitesse d'avance du mandrin et une nouvelle vitesse de rotation des bobines ;
- une étape de reprise du tressage dans laquelle le déplacement des bobines le long de l'anneau et l'avance du mandrin sont rétablis avec la nouvelle vitesse d'avance et la nouvelle vitesse de rotation des bobines pour produire une tresse comportant différentes régions correspondant à différentes inclinaisons de fibres.

[0018] Le fait de reconfigurer la machine au cours d'une opération de tressage, en modifiant l'angle du cône que forment les fibres ainsi que la vitesse d'avance du mandrin et de rotation des bobines, permet de produire une tresse comportant différentes régions correspondant à différentes inclinaisons de fibres.

[0019] La tresse présente ainsi des qualités mécaniques différentes d'une région à l'autre, ce qui permet de produire à faible coût des bielles dont les caractéristiques mécaniques diffèrent d'une région à l'autre.

[0020] L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel le réagencement de la machine pour modifier l'angle du cône délimité par les fibres renforçantes est assuré en rapprochant ou en éloignant le mandrin de l'anneau pour augmenter ou diminuer la distance séparant l'anneau de la région de convergence des fibres.

[0021] L'invention concerne également un procédé tel

que défini ci-dessus, dans lequel le réagencement de la machine pour modifier l'angle du cône délimité par les fibres renforçantes est assuré grâce à un anneau additionnel de diamètre inférieur au diamètre de l'anneau portant les bobines, et en rapprochant ou en éloignant cet anneau additionnel du mandrin pour augmenter ou diminuer la distance séparant l'anneau additionnel de la région de convergence des fibres.

[0022] L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel les bobines de fibres renforçantes portées par l'anneau sont rembobinées lorsque la région de convergence est rapprochée de l'anneau.

[0023] L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel la nouvelle valeur d'angle du cône correspond à la valeur d'angle que prend ce cône lors d'un cycle de tressage normal stabilisé dans lequel le mandrin avance avec la nouvelle vitesse d'avance et dans lequel les bobines tournent avec la nouvelle vitesse de rotation.

[0024] L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, comportant, avant réagencement de la machine pour que l'angle au sommet du cône délimité par les fibres renforçantes au voisinage de la région de convergence prenne une nouvelle valeur, la mise en place de moyens enserrant les fibres sur le mandrin au niveau de la région de convergence pour les maintenir durant le réagencement.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0025]

La figure 1 déjà décrite est une vue d'ensemble schématique d'une machine de tressage ;

- la figure 2 déjà décrite montre schématiquement une première bielle présentant une section transversale variant significativement le long de son axe longitudinal ;

- la figure 3 déjà décrite montre schématiquement une seconde bielle présentant une section transversale variant significativement le long de son axe longitudinal ;

- les figures 4A à 4C montrent schématiquement en vue latérale une étape de réduction de l'inclinaison des fibres conformément à un premier mode de mise en oeuvre de l'invention ;

- les figures 5A à 5C montrent schématiquement en vue latérale une étape d'augmentation de l'inclinaison des fibres conformément au premier mode de mise en oeuvre de l'invention ;

- les figures 6A à 6C montrent schématiquement en vue latérale une étape de réduction de l'inclinaison

des fibres conformément à un second mode de mise en oeuvre de l'invention ;

- les figures 7A à 7C montrent schématiquement en vue latérale une étape d'augmentation de l'inclinaison des fibres conformément au second mode de mise en oeuvre de l'invention ;

- la figure 8 est une vue latérale montrant schématiquement les variations d'inclinaisons de fibres pouvant être obtenues en mettant en oeuvre le procédé selon l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0026] L'idée à la base de l'invention est de modifier l'inclinaison des fibres par rapport à l'axe longitudinal durant une opération de tressage, en arrêtant la machine pour la reconfigurer en paramétrant une nouvelle avance du mandrin et une nouvelle vitesse de rotation des bobines, mais en modifiant également l'angle du cône que forme les fibres renforçantes au voisinage de la région de convergence de ces fibres sur le mandrin.

[0027] Dans un premier mode de mise en oeuvre de l'invention, l'angle du cône que forment les fibres renforçantes est modifié en changeant la distance séparant le mandrin de l'anneau le long de l'axe AX. Dans le second mode de mise en oeuvre de l'invention, l'angle du cône que forment les fibres renforçantes est modifié grâce à un anneau vibrant placé à l'intérieur de ce cône, et en changeant la distance séparant cet anneau de la région de convergence.

[0028] Dans les figures 4A à 4C, un mandrin 8 est déplacé longitudinalement, selon un axe AX, dans une machine de tressage comportant principalement un anneau 9 portant deux séries de bobines de fibres renforçantes non représentées, cet anneau 9 s'étendant selon un plan normal à l'axe AX.

[0029] Dans la configuration de la figure 4A, le mandrin 8 est déplacé le long de l'axe AX selon une première valeur de vitesse d'avance V_{m1} , et les deux séries de bobines sont déplacées le long de l'anneau 9 en tournant en sens inverse autour de l'axe AX à une première vitesse de rotation ω_{c1} prédéterminée.

[0030] Les bobines de la première série et de la seconde série sont déplacées respectivement en tournant en sens inverse, le long de deux trajectoires sinusoïdales entrecroisées suivant la circonférence de l'anneau, de manière à former la tresse de fibres renforçantes.

[0031] Avec ce paramétrage (V_{m1} , ω_{c1}) de la machine de tressage, l'anneau 9 s'espace naturellement d'une distance $d1$ de la région R au niveau de laquelle les fibres renforçantes convergent sur le mandrin 8.

[0032] Dans ces conditions, la tresse de fibres renforçantes qui se forme sur le mandrin 8 est constituée de fibres qui sont toutes inclinées par rapport à l'axe AX d'un angle prédéterminé, noté $\theta1$.

[0033] Concrètement, la vitesse V_{m1} d'avance du

mandrin 8 le long de l'axe AX et la vitesse de rotation ω_{c1} des bobines autour de l'axe AX sont déterminées à partir de l'inclinaison $\theta1$ souhaitée, conformément à la relation ci-après dans laquelle D_m désigne le diamètre du mandrin 8 pour la zone de tressage considérée :

$$\tan(\theta1) = \pi \cdot D_m \cdot \omega_{c1} / V_{m1}$$

[0034] Pour diminuer l'inclinaison des fibres par rapport à l'axe AX, on met en oeuvre une étape de reconfiguration de la machine de tressage. La rotation des bobines autour de l'axe AX est d'abord arrêtée, et le mandrin 8 est déplacé le long de l'axe AX pour l'éloigner de l'anneau 9, afin que la région R de convergence des fibres soit séparée de l'anneau par une nouvelle distance $d2$. Durant cette étape, les fibres renforçantes sont dévidées des bobines afin de permettre au mandrin 8 de s'éloigner de l'anneau 9.

[0035] La distance $d2$ est avantageusement déterminée préalablement, par exemple de manière empirique ou expérimentale. Elle correspond à la distance à laquelle l'anneau 9 s'espace naturellement de la région de convergence R, lorsque la machine est paramétrée pour que les fibres tressées aient une nouvelle inclinaison $\theta2$ par rapport à l'axe AX. Comme on l'aura compris, les paramètres permettant d'obtenir une inclinaison souhaitée $\theta2$ ($\theta2 < \theta1$) sont une nouvelle valeur d'avance V_{m2} et de vitesse ω_{c2} des bobines déterminées à partir de la relation donnée plus haut.

[0036] Une fois que le mandrin a été placé à la distance $d2$ de l'anneau 9, la machine est paramétrée avec la nouvelle avance et la nouvelle vitesse de rotation des bobines (V_{m2} , ω_{c2}). Elle est ensuite activée pour provoquer l'avance du mandrin 8 et la rotation des bobines autour de l'axe AX avec ces nouveaux paramètres. Ceci provoque la formation d'une nouvelle portion de tresse dont les fibres sont inclinées de la valeur $\theta2$ par rapport à l'axe AX, ce qui est illustré schématiquement sur la figure 4C.

[0037] L'augmentation de l'inclinaison des fibres renforçantes par rapport à l'axe AX est obtenue, de manière analogue, en arrêtant la machine pour la reconfigurer. La rotation des deux séries de bobines autour de l'axe AX est alors arrêtée, et le mandrin est immobilisé le long de l'axe AX. Le mandrin 8 est ensuite déplacé le long de l'axe AX, mais cette fois-ci pour le rapprocher de l'anneau 9, en même temps que les fibres renforçantes sont réemmagasinées sur la machine, pour permettre le rapprochement du mandrin 8 sans détendre les fibres renforçantes.

[0038] En pratique, les fibres sont réemmagasinées soit par rembobinage, soit par tout dispositif de rattrapage de longueur excédentaire, un tel dispositif pouvant soit être associé à chaque dévidoir de fibre, soit être un appareillage global équipant la machine.

[0039] Le mandrin est ainsi placé de telle manière que la région R de convergence des fibres est espacée de

l'anneau 9 par une nouvelle distance d3. La nouvelle distance d3 a été déterminée préalablement, par exemple de façon empirique, pour correspondre à la distance à laquelle se place naturellement la région de convergence R lorsque la machine est paramétrée avec des valeurs Vm3 et ω c3 correspondant à la nouvelle valeur θ 3 recherchée pour l'inclinaison des fibres par rapport à l'axe AX. Comme le montrent les figures, l'augmentation de l'inclinaison des fibres (θ 3 > θ 2) conduit à une distance d3 inférieure à la distance d2.

[0040] Une fois que le mandrin a été placé à sa nouvelle position et que la machine a été configurée avec les nouveaux paramètres Vm3 et ω c3, la machine est activée pour déplacer le mandrin et faire tourner les bobines de fibres renforçantes selon ces nouveaux paramètres.

[0041] Ceci provoque le tressage d'une nouvelle portion de tresse dans laquelle les fibres sont inclinées de l'angle θ 3 par rapport à l'axe AX, comme représenté schématiquement sur la figure 5C.

[0042] Comme visible dans les figures 4A à 5C, la modification de la distance séparant l'anneau 9 de la région de convergence R des fibres permet de modifier l'angle du cône C que forment les fibres renforçantes au voisinage de la région de convergence R. Cet angle prend ainsi les valeurs a1, a2 et a3 lorsque la distance séparant l'anneau 9 de la région R vaut respectivement d1, d2 et d3.

[0043] Dans le second mode de mise en oeuvre de l'invention, l'angle de ce cône C est modifié non pas en jouant sur la distance séparant l'anneau 9 de la région de convergence R, mais en utilisant un anneau vibrant placé à l'intérieur du cône délimité par les fibres renforçantes.

[0044] Un tel anneau vibrant qui est repéré par 11 dans les figures 6A à 7C présente un diamètre nominal inférieur au diamètre interne de l'anneau 9, et il est placé coaxialement à l'anneau 9 en étant espacé de ce dernier le long de l'axe AX. L'anneau 11 est avantageusement vibrant de manière à réduire les frottements des fibres glissant sur celui-ci. Mais cet anneau peut également être choisi non vibrant dans le cas où les frottements qu'il génère sont faibles.

[0045] Ainsi, partant de la situation de la figure 6A dans laquelle les fibres renforçantes délimitent un unique cône partant de la périphérie de l'anneau 9 et ayant son sommet au niveau de la région R de convergence des fibres sur le mandrin 8, l'anneau 9 est rapproché de la région de convergence R.

[0046] Comme montré dans cette figure 6B, l'anneau 11 est placé à une distance e1 de la région de convergence R, cette distance e1 étant telle que l'angle du cône C que forment les fibres renforçantes au voisinage de la région de convergence R correspond à une valeur prédéterminée, notée a1.

[0047] Durant cette opération, les bobines portées par l'anneau 9 tournent sur elles-mêmes afin de se dévider pour permettre le déplacement de l'anneau vibrant 11 le

long de l'axe AX.

[0048] La valeur a1 de l'angle du cône a été déterminée préalablement, par exemple empiriquement. Elle correspond à la valeur d'angle que prend naturellement le cône délimité par les fibres renforçantes lorsque la machine de tressage fonctionne normalement en étant paramétrée pour produire une tresse dont les fibres sont inclinées par rapport à l'axe AX d'une valeur cible notée θ 1.

[0049] Comme on l'aura compris, les paramètres de la machine pour obtenir l'inclinaison θ 1 sont la vitesse d'avance Vm1 du mandrin 8 et la vitesse de rotation ω c1 des bobines autour de l'axe AX, qui sont déterminées conformément à la relation donnée plus haut.

[0050] Une fois que l'anneau 11 est en place, et que la machine a été configurée avec les paramètres Vm1 et ω c1, le cycle de tressage est activé, provoquant ainsi la formation d'une première portion de tresse dans laquelle les fibres renforçantes sont inclinées d'un angle θ 1 par rapport à l'axe AX, comme illustré sur la figure 6C.

[0051] Lorsque cette première portion a été terminée, la diminution de l'inclinaison des fibres par rapport à l'axe AX, dans la tresse formée, est obtenue en arrêtant la machine pour la reconfigurer. L'anneau vibrant 11 est alors déplacé le long de l'axe AX pour être éloigné de la région de convergence R, comme illustré schématiquement sur la figure 7A, de manière à réduire l'angle du cône C.

[0052] Dans cet exemple l'anneau vibrant 11 est simplement éloigné de la région de convergence R pour être placé à une distance e2 de la région de convergence R, ce qui correspond à une position dans laquelle il n'est plus en contact avec les fibres. Mais il pourrait être déplacé d'une valeur moindre en restant en contact avec les fibres renforçantes.

[0053] Durant ce déplacement de l'anneau vibrant, les bobines portées par l'anneau peuvent être rembobinées, de manière à maintenir ces fibres renforçantes suffisamment tendues. Dans ce mode de mise en oeuvre de l'invention, tout comme dans le premier mode de mise en oeuvre, les bobines peuvent avantageusement être équipées de moteurs indépendants permettant de les rembobiner lors de chaque reconfiguration de la machine le nécessitant.

[0054] A ce stade, les fibres renforçantes constituent un cône dont l'angle au sommet a une nouvelle valeur, notée a2, qui correspond à la valeur que prend naturellement cet angle de cône lorsque la machine est paramétrée pour former une tresse dont les fibres sont inclinées par rapport à l'axe AX d'une nouvelle valeur angulaire cible, notée θ 2 (θ 2 < θ 1).

[0055] Comme on l'aura compris, les paramètres de la machine pour obtenir une inclinaison cible valant θ 2 sont une vitesse d'avance du mandrin Vm2 et une vitesse de rotation ω c2 des bobines autour de l'axe AX, déterminées à partir de la relation donnée plus haut.

[0056] Une fois que l'anneau a été placé à la distance e2 de la région R, la machine est paramétrée avec les nouvelles valeurs d'avance Vm2 et de vitesse de rotation

ωc_2 , avant d'être activée, ce qui provoque la formation d'un nouveau tronçon de tresse dans lequel les fibres sont inclinées par rapport à l'axe AX d'une nouvelle valeur θ_2 .

[0057] Lorsque le deuxième tronçon a été tressé, la machine est arrêtée pour être reconfigurée afin de former un troisième tronçon dans lequel l'inclinaison des fibres par rapport à l'axe AX est supérieure à celle du deuxième tronçon.

[0058] L'anneau vibrant est alors rapproché de la région de convergence R, de manière à être séparé de celui-ci d'une distance notée e_3 , telle que l'angle du cône formé par les fibres renforçantes au voisinage de la région R prend une nouvelle valeur notée α_3 .

[0059] Cette nouvelle valeur de l'angle α_3 du cône C a été déterminé préalablement, par exemple de manière empirique : il correspond à la valeur angulaire que prend le cône C lorsque la machine est paramétrée pour former une tresse dont les fibres sont inclinées par rapport à l'axe AX d'une valeur angulaire notée θ_3 ($\theta_3 > \theta_2$).

[0060] De même que dans les cas précédents, les paramètres permettant de former une tresse dont les fibres sont inclinées d'un angle valant θ_3 par rapport à l'axe AX sont une nouvelle valeur de vitesse d'avance du mandrin V_{m3} et une nouvelle valeur de vitesse de rotation ωc_3 des bobines autour de l'axe AX déterminée à partir de la relation donnée plus haut.

[0061] Une fois que l'anneau a été placé à la distance e_3 de la région R, et que les nouveaux paramètres ont été implémentés dans la machine, celle-ci est à nouveau activée, pour réaliser un troisième tronçon de tresse, comme représenté schématiquement en figures 7C.

[0062] D'une manière générale, l'invention permet de modifier l'inclinaison des fibres sur une distance très courte, au sein d'une même tresse de fibres renforçantes. Comme illustré sur la figure 8, le procédé selon l'invention permet de former une même tresse comportant plusieurs tronçons consécutifs et correspondant à différentes inclinaisons de fibres renforçantes.

[0063] Les procédés décrits en référence aux figures 4A à 5C d'une part, et en référence aux figures 6A à 7C d'autre part peuvent avantageusement être combinés. Il est ainsi possible de mettre en oeuvre conjointement un anneau additionnel, par exemple vibrant, ainsi que le déplacement relatif du mandrin par rapport à l'anneau principal et le dévidement et/ou réemmagasinement des fibres.

[0064] Comme illustré schématiquement sur la figure 8, les zones de transition d'un tronçon à l'autre sont extrêmement courtes, voire ponctuelles. Le fait de modifier, conformément à l'invention, non seulement les paramètres de fonctionnement de la machine mais également l'angle du cône délimité par les fibres renforçantes, lors de chaque reconfiguration de la machine, permet de maîtriser la longueur des zones de transition.

[0065] Lorsque l'angle du cône C est reconfiguré pour avoir immédiatement une valeur correspondant aux nouveaux paramètres d'avance et de vitesse de rotation,

comme expliqué plus haut, la zone de transition a une longueur quasiment nulle. Il est également possible de modifier l'angle du cône C pour lui donner une valeur sensiblement différente de celle correspondant aux nouvelles valeurs d'avance et de vitesse de rotation, ce qui donne lieu à une zone de transition ayant une longueur plus importante.

[0066] Afin d'améliorer encore la précision de la localisation du point de changement de l'angle d'inclinaison des fibres par rapport à l'axe longitudinal, il est possible de lier les fibres dans la région de changement d'inclinaison.

[0067] Ceci peut être assuré en enroulant une fibre serrant circonférentiellement le tressage déjà réalisé, ou bien en utilisant un fil enroulé circonférentiellement et thermo soudé. Ceci peut également être assuré au moyen d'une gaze enroulée et thermo soudée localement, ou encore par combinaison de ces différentes possibilités.

[0068] En pratique, le procédé selon l'invention permet, en modifiant localement l'inclinaison des fibres, de faire varier la densité de fibres le long du mandrin, la densité de fibres augmentant avec leur inclinaison par rapport à l'axe AX. Il est ainsi possible de fabriquer des bielles telles que celles des figures 2 et 3, en augmentant l'inclinaison des fibres dans les régions où la section transversale de ces bielles augmente.

[0069] Typiquement, dans le cas des bielles des figures 2 et 3, l'inclinaison est plus importante au niveau de leurs extrémités, c'est-à-dire au niveau des zones A et C, qui présente une section transversale importante. En effet, ces extrémités qui comportent les chapes où sont introduits les efforts sont soumises à des contraintes mécaniques élevées, de sorte qu'il est nécessaire qu'elles comportent une plus grande quantité de fibres renforçantes.

[0070] A contrario, l'inclinaison des fibres est réduite au niveau du corps de bielle, qui correspond aux zones repérées par B dans les figures 2 et 3, du fait que la contrainte mécanique dans ces régions est d'une part moindre, et d'autre part répartie de manière beaucoup plus uniforme.

[0071] A titre d'exemple, l'inclinaison des fibres par rapport à l'axe AX au niveau des extrémités A et C vaut par exemple soixante degrés, alors qu'elle vaut seulement trente degrés pour les régions centrales B correspondant au corps de bielle.

Revendications

1. Procédé pour tresser une couche de fibres renforçantes sur un mandrin (8) avec une machine de tressage comportant un anneau (9) portant au moins deux séries de bobines de fibres renforçantes :

- en déplaçant ce mandrin longitudinalement selon une direction (AX) normale à l'anneau (9) à

une vitesse d'avance (V_{m1} , V_{m2} , V_{m3}) prédéterminée

- et en déplaçant les deux séries de bobines le long de l'anneau (9) pour qu'elles s'entrecroisent en tournant à une vitesse de rotation (ω_{c1} , ω_{c2} , ω_{c3}) prédéterminée dans des sens opposés autour d'un axe central (AX) de cet anneau ;
- la tresse se formant sur le mandrin (8) au niveau d'une région de convergence (R) des fibres renforçantes au voisinage de laquelle ces fibres renforçantes délimitent conjointement une forme conique (C) ;

caractérisé en ce qu'il comporte

- une étape de reconfiguration, dans laquelle le déplacement des bobines est arrêté, et dans laquelle la machine est réagencée pour que l'angle (a_1 , a_2 , a_3) au sommet du cône (C) délimité par les fibres renforçantes au voisinage de la région de convergence (R) prenne une nouvelle valeur (a_1 , a_2 , a_3), et dans laquelle la machine est paramétrée avec une nouvelle vitesse d'avance (V_{m1} , V_{m2} , V_{m3}) du mandrin (8) et une nouvelle vitesse de rotation (ω_{c1} , ω_{c2} , ω_{c3}) des bobines ;
- une étape de reprise du tressage dans laquelle le déplacement des bobines le long de l'anneau (9) et l'avance du mandrin (8) sont rétablis avec la nouvelle vitesse d'avance (V_{m1} , V_{m2} , V_{m3}) et la nouvelle vitesse de rotation (ω_{c1} , ω_{c2} , ω_{c3}) des bobines pour produire une tresse comportant différentes régions correspondant à différentes inclinaisons (θ_1 , θ_2 , θ_3) de fibres.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le réagencement de la machine pour modifier l'angle (a_1 , a_2 , a_3) du cône (C) délimité par les fibres renforçantes est assuré en rapprochant ou en éloignant le mandrin (8) de l'anneau (9) pour augmenter ou diminuer la distance (d_1 , d_2 , d_3) séparant l'anneau (8) de la région de convergence (R) des fibres.
3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le réagencement de la machine pour modifier l'angle (a_1 , a_2 , a_3) du cône (C) délimité par les fibres renforçantes est assuré grâce à un anneau additionnel (11) de diamètre inférieur au diamètre de l'anneau (9) portant les bobines, et en rapprochant ou en éloignant cet anneau additionnel (11) du mandrin (8) pour augmenter ou diminuer la distance (e_1 , e_2 , e_3) séparant l'anneau additionnel (11) de la région de convergence (R) des fibres.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel les bobines de fibres renforçantes portées par l'anneau (9) sont rembobinées lorsque la région de convergence (R) est rapprochée de l'anneau (9 ; 11).

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la nouvelle valeur d'angle (a_1 , a_2 , a_3) du cône (C) correspond à la valeur d'angle que prend ce cône (C) lors d'un cycle de tressage normal stabilisé dans lequel le mandrin (8) avance avec la nouvelle vitesse d'avance (V_{m1} , V_{m2} , V_{m3}) et dans lequel les bobines tournent avec la nouvelle vitesse de rotation (ω_{c1} , ω_{c2} , ω_{c3}).

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, comportant, avant réagencement de la machine pour que l'angle (a_1 , a_2 , a_3) au sommet du cône (C) délimité par les fibres renforçantes au voisinage de la région de convergence (R) prenne une nouvelle valeur (a_1 , a_2 , a_3), la mise en place de moyens enserrant les fibres sur le mandrin au niveau de la région de convergence (R) pour les maintenir durant le réagencement.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Flechten einer Schicht aus verstärkenden Fasern auf einen Dorn (8) mit einer Flechtmaschine, die einen Ring (9) enthält, der mindestens zwei Reihen von Spulen mit verstärkenden Fasern trägt:

- Verschieben dieses Dorns der Länge nach in einer Richtung (AX), die senkrecht zu dem Ring (9) ist, mit einer vorgegebenen Vorschubgeschwindigkeit (V_{m1} , V_{m2} , V_{m3})

- und Verschieben der beiden Reihen von Spulen längs des Ringes (9), damit sie sich kreuzen, während sie sich mit einer vorgegebenen Drehgeschwindigkeit (ω_{c1} , ω_{c2} , ω_{c3}) in entgegengesetzte Richtungen um eine Mittelachse (AX) dieses Ringes drehen;

- wobei sich das Geflecht auf dem Dorn (8) im Bereich eines Konvergenzbereichs (R) der verstärkenden Fasern bildet, in dessen Nähe diese verstärkenden Fasern gemeinsam eine konische Form (C) begrenzen; **dadurch gekennzeichnet, dass** es umfasst

- einen Schritt der Rekonfiguration, bei dem die Verschiebung der Spulen gestoppt wird und bei dem die Maschine neu eingerichtet wird, damit der Winkel (a_1 , a_2 , a_3) an der Spitze des Kegels (C), der von den verstärkenden Fasern in der Nähe des Konvergenzbereichs (R) begrenzt wird, einen neuen Wert (a_1 , a_2 , a_3) annimmt, und bei dem die Maschine mit einer neuen Vorschubgeschwindigkeit (V_{m1} , V_{m2} , V_{m3}) des Dorns (8) und einer neuen Drehgeschwindigkeit (ω_{c1} , ω_{c2} , ω_{c3}) der Spulen parametrisiert wird;
- einen Schritt der Wiederaufnahme des Flechtens, bei dem die Verschiebung der Spulen längs des Ringes (9) und der Vorschub des

- Dorns (8) mit der neuen Vorschubgeschwindigkeit (V_{m1} , V_{m2} , V_{m3}) und der neuen Drehgeschwindigkeit (ω_{c1} , ω_{c2} , ω_{c3}) der Spulen wieder aufgenommen wird, um ein Geflecht zu erzeugen, das unterschiedliche Bereiche umfasst, die unterschiedlichen Faserneigungen (θ_1 , θ_2 , θ_3) entsprechen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Neueinrichtung der Maschine zum Verändern des Winkels (a_1 , a_2 , a_3) des Kegels (C), der von den verstärkenden Fasern begrenzt wird, dadurch sichergestellt wird, dass der Dorn (8) an den Ring (9) herangerückt bzw. von demselben abgerückt wird, um den Abstand (d_1 , d_2 , d_3), der den Ring (8) von dem Konvergenzbereich (R) der Fasern trennt, zu vergrößern oder zu verkleinern. 10
 3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Neueinrichtung der Maschine zum Verändern des Winkels (a_1 , a_2 , a_3) des Kegels (C), der von den verstärkenden Fasern begrenzt wird, dank eines zusätzlichen Ringes (11) mit einem Durchmesser sichergestellt wird, der kleiner als der Durchmesser des Ringes (9) ist, der die Spulen trägt, und dadurch, dass dieser zusätzliche Ring (11) an den Dorn (8) herangerückt bzw. von demselben abgerückt wird, um den Abstand (e_1 , e_2 , e_3), der den zusätzlichen Ring (11) von dem Konvergenzbereich (R) der Fasern trennt, zu vergrößern oder zu verkleinern. 15 20 25 30
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Spulen mit verstärkenden Fasern, die von dem Ring (9) getragen werden, wieder aufgewickelt werden, wenn der Konvergenzbereich (R) an den Ring (9; 11) herangerückt wird. 35
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der neue Winkelwert (a_1 , a_2 , a_3) des Kegels (C) dem Winkelwert entspricht, den dieser Kegel (C) während eines stabilisierten normalen Flechtzyklus einnimmt, bei dem der Dorn (8) mit der neuen Vorschubgeschwindigkeit (V_{m1} , V_{m2} , V_{m3}) vorrückt und bei dem sich die Spulen mit der neuen Drehgeschwindigkeit (ω_{c1} , ω_{c2} , ω_{c3}) drehen. 40 45
 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend vor der Neueinrichtung der Maschine, damit der Winkel (a_1 , a_2 , a_3) an der Spitze des Kegels (C), der von den verstärkenden Fasern in der Nähe des Konvergenzbereichs (R) begrenzt wird, einen neuen Wert (a_1 , a_2 , a_3) annimmt, das Anbringen von Mitteln, die die Fasern auf dem Dorn im Bereich des Konvergenzbereichs (R) umschließen, um sie während der Neueinrichtung zu halten. 50 55

Claims

1. A method of braiding a layer of reinforcing fibers on a mandrel (8) using a braiding machine having a ring (9) carrying at least two series of reinforcing fiber reels: 5

- by moving the mandrel longitudinally along a direction (AX) normal to the ring (9) at a predetermined forward speed (V_{m1} , V_{m2} , V_{m3}); and
- by moving the two series of reels along the ring (9) so that they cross while rotating at a predetermined speed of rotation (ω_{c1} , ω_{c2} , ω_{c3}) in opposite directions about a central axis (AX) of the ring;
- the braid being formed on the mandrel (8) in a region of convergence (R) of the reinforcing fibers in the vicinity of which the reinforcing fibers together define a conical shape (C);

the method being **characterized in that** it comprises:

- a reconfiguration step in which the movement of the reels is stopped, and in which the machine is rearranged so that the angle (a_1 , a_2 , a_3) at the apex of the cone (C) that is defined by the reinforcing fibers in the vicinity of the region of convergence (R) takes on a new value (a_1 , a_2 , a_3), and in which the machine is set with a new forward speed (V_{m1} , V_{m2} , V_{m3}) for the mandrel (8) and a new speed of rotation (ω_{c1} , ω_{c2} , ω_{c3}) for the reels; and
- a step of restarting the braiding, in which the movement of the reels along the ring (9) and of the advance of the mandrel (8) are re-established using the new forward speed (V_{m1} , V_{m2} , V_{m3}) and the new speed of rotation (ω_{c1} , ω_{c2} , ω_{c3}) of the reels for producing a braiding comprising different regions having different angles of inclination (θ_1 , θ_2 , θ_3) of the fibers.

2. A method according to claim 1, wherein the rearrangement of the machine in order to modify the angle (a_1 , a_2 , a_3) of the cone (C) defined by the reinforcing fibers is performed by moving the mandrel (8) towards or away from the ring (9) in order to reduce or increase the distance (d_1 , d_2 , d_3) between the ring (8) and the region of convergence (R) of the fibers.
3. A method according to claim 1, wherein the rearrangement of the machine in order to modify the angle (a_1 , a_2 , a_3) of the cone (C) defined by the reinforcing fibers is performed by an additional ring (11) of smaller diameter than the diameter of the ring (9) carrying reels, and by moving this additional ring (11) towards or away from the mandrel (8) in order to

increase or reduce the distance (e_1 , e_2 , e_3) between the additional ring (11) and the region of convergence (R) of the fibers.

4. A method according to any one of claims 1 to 3, 5
wherein the reels of reinforcing fibers carried by the ring (9) are reeled in when the region convergence (R) is moved towards the ring (9; 11).

5. A method according to any preceding claim, wherein 10
the new value of the angle (a_1 , a_2 , a_3) of the cone (C) corresponds to the value of the angle that the cone (C) would take during a stabilized normal braiding cycle in which the mandrel (8) advances with the 15
new forward speed (V_{m1} , V_{m2} , V_{m3}) and in which the reels rotate at the new speed of rotation (ω_{c1} , ω_{c2} , ω_{c3}).

6. A method according to any preceding claim, includ- 20
ing, prior to the step of rearranging the machine so that the angle (a_1 , a_2 , a_3) at the apex of the cone (C) that is defined by the reinforcing fibers in the vicinity of the region of convergence (R) takes on a 25
new value (a_1 , a_2 , a_3), a step of putting into place means that surround of the fibers on the mandrel in the vicinity of the region of convergence (R) in order 30
to hold the fibers during the rearrangement.

30

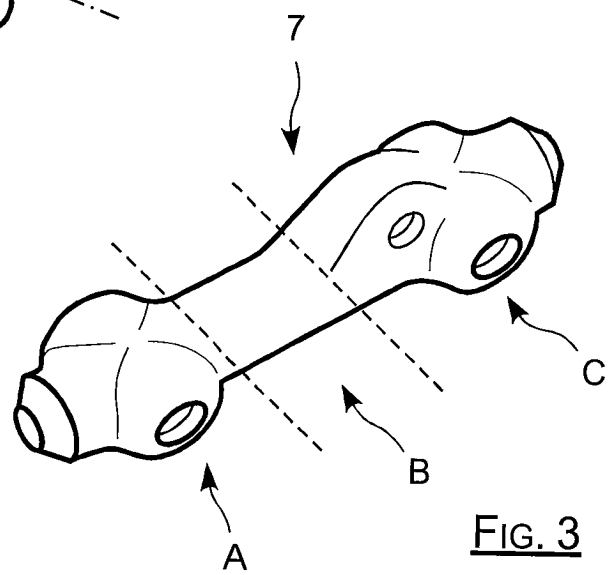
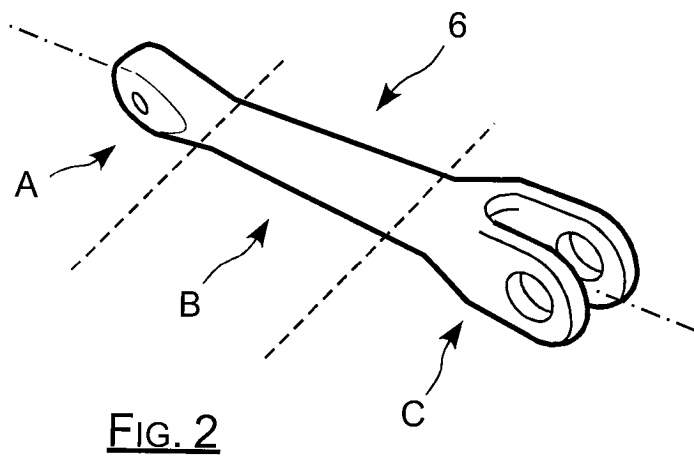
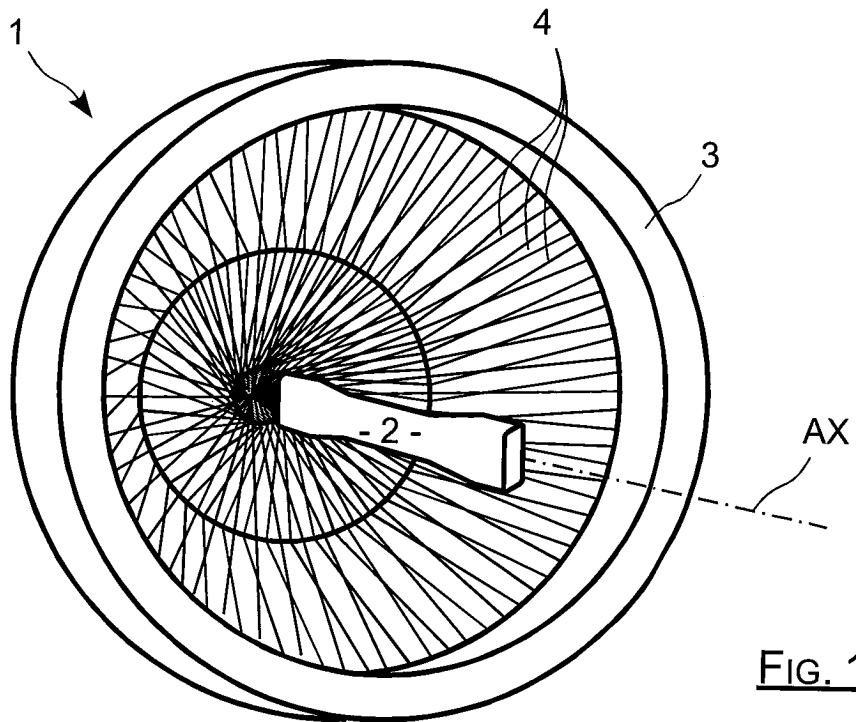
35

40

45

50

55



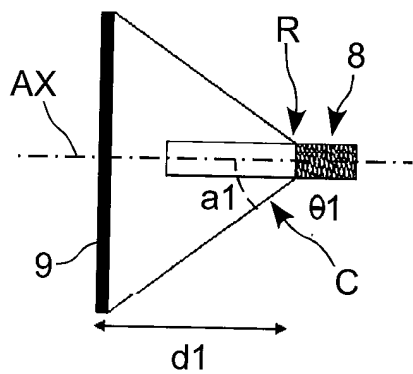


FIG. 4A

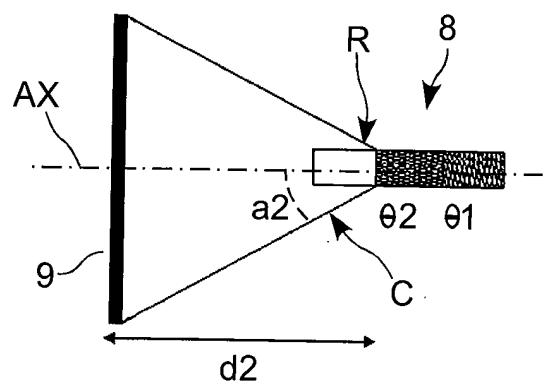


FIG. 5A

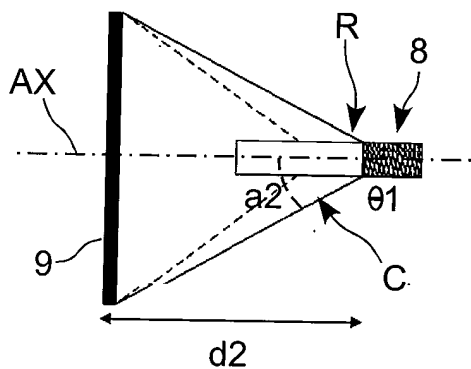


FIG. 4B

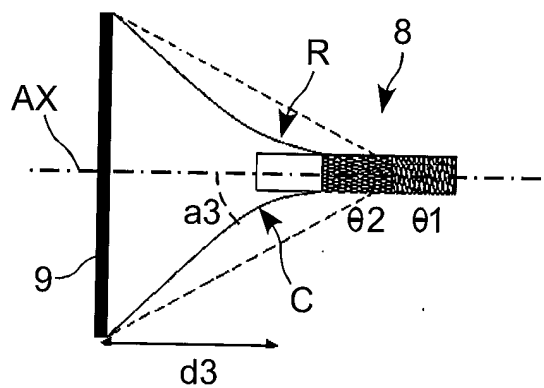


FIG. 5B

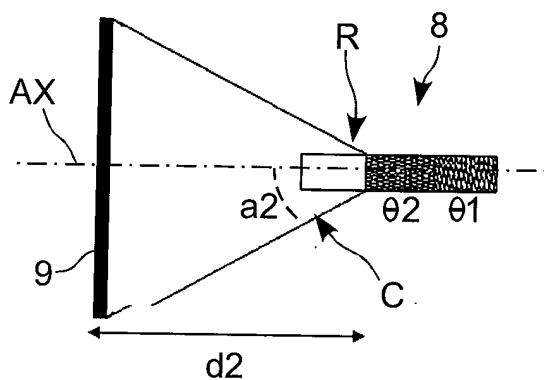


FIG. 4C

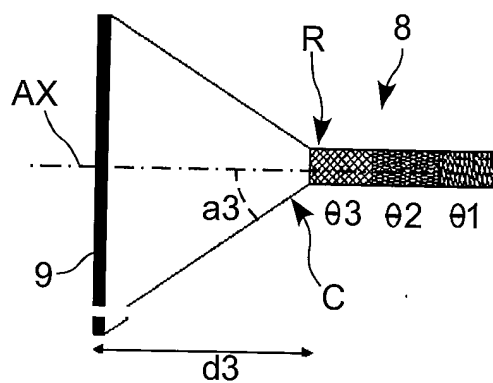


FIG. 5C

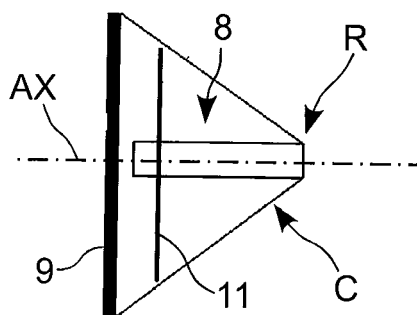


FIG. 6A

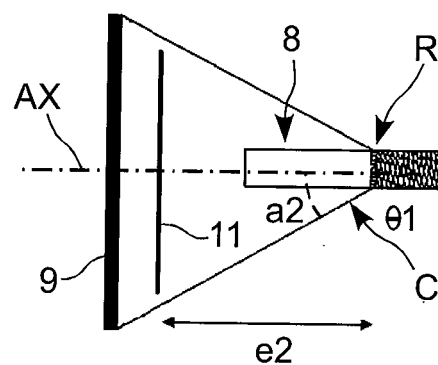


FIG. 7A

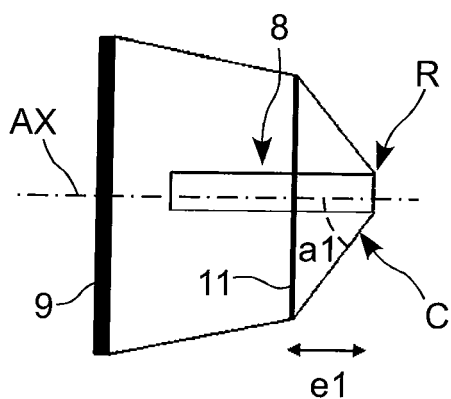


FIG. 6B

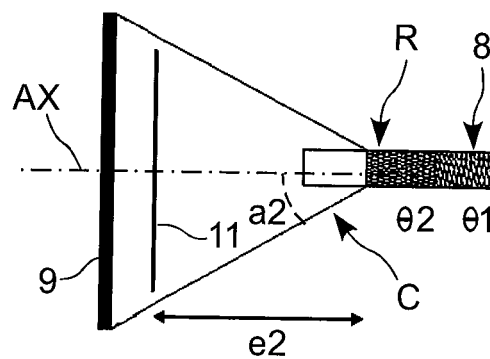


FIG. 7B

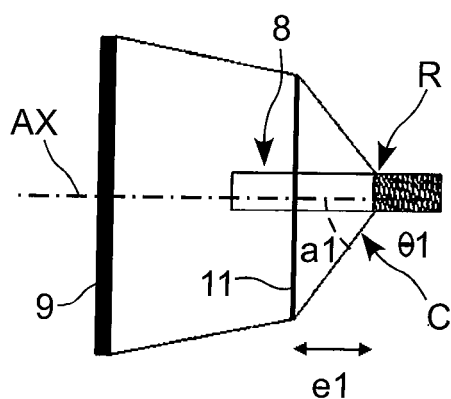


FIG. 6C

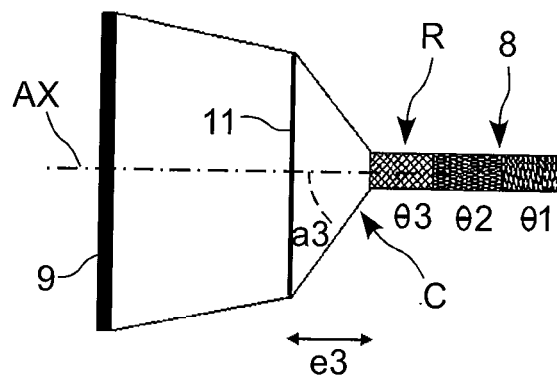


FIG. 7C

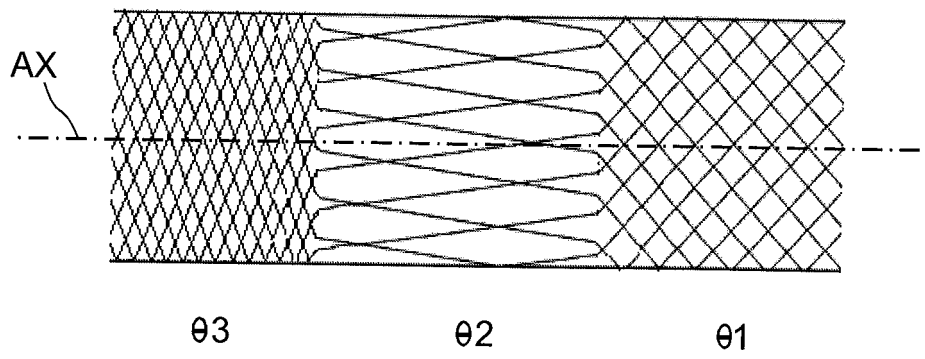


FIG. 8

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 6616996 B [0014]
- US 5398586 A [0015]