

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.02.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.08.24 Bulletin 24/34.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : LEXILUS Jean-Hilaire et BOUROL-
LEAU Clément.

73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société
par actions simplifiée.

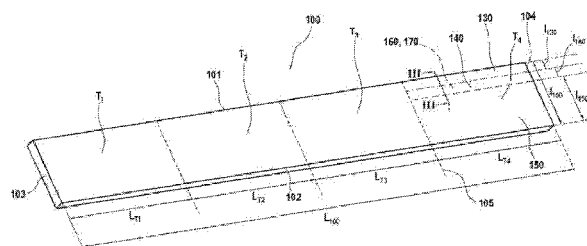
74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 Texture fibreuse pour carter en matériau composite comprenant un raidisseur en oméga.

57 Texture fibreuse pour carter en matériau composite
comprenant un raidisseur en oméga

Texture fibreuse (100) présentant un tissage tridimen-
sionnel entre une pluralité de couches de torons de chaîne
et une pluralité de couches de torons de trame. La texture
fibreuse (100) comprend au moins une déliaison (160)
formant un logement interne (170) dans la texture fibreuse.
La déliaison s'étend, suivant une direction longitudinale (X), sur
une longueur déterminée (LT4) entre une position intermé-
diaire (105) présente entre des extrémités proximale et dis-
tale (102, 103) et l'extrémité distale (103) et, suivant la
direction latérale, sur une largeur déterminée (l140) infé-
rieure à la largeur (l100) de la texture fibreuse (100) et en
retrait des premier et deuxième bords latéraux (101, 102) de
la texture fibreuse.

Figure pour l'abrégié : Fig. 2.



Description

Titre de l'invention : Texture fibreuse pour carter en matériau composite comprenant un raidisseur en oméga

Domaine technique

[0001] L'invention concerne les carters de turbine à gaz, et plus particulièrement, mais non exclusivement, les carters de soufflante de turbine à gaz pour moteurs aéronautiques.

Technique antérieure

[0002] La fabrication d'un carter en matériau composite débute par la réalisation d'une texture fibreuse sous forme de bande, la texture fibreuse étant réalisée par tissage tridimensionnel entre une pluralité de couches de fils de chaîne et une pluralité de couches de fils de trame. La texture fibreuse ainsi obtenue est enroulée sur plusieurs tours sur un moule ou outillage présentant la forme du carter à réaliser et maintenue entre le moule et des segments formant contre-moule de manière à obtenir une préforme fibreuse.

[0003] Une fois la préforme fibreuse réalisée, c'est-à-dire à la fin de l'enroulement de la texture fibreuse, l'outillage portant la préforme fibreuse est fermé par des contremoules puis transporté jusqu'à une étuve ou four dans lequel la densification de la préforme par une matrice est réalisée, la matrice pouvant être notamment obtenue par injection et polymérisation d'une résine dans la préforme fibreuse.

[0004] La [Fig.15] illustre un carter de soufflante 200 en matériau composite obtenu comme décrit précédemment. Le carter de soufflante 200 comprend des brides amont et aval 230 et 270 destinées à être fixées respectivement à une manche d'entrée d'air et à une virole de carter intermédiaire (non représentées sur la [Fig.8]). Le carter 200 comprend également une zone de rétention 250 située entre une zone structurale amont 240 et une zone structurale aval 260.

[0005] Un carter de soufflante remplit trois fonctions principales, à savoir :

[0006] - assurer la liaison de pièces du moteur entre elles,

[0007] - définir la veine d'entrée d'air dans le moteur,

[0008] - assurer la rétention en retenant les débris ingérés à l'intérieur du moteur, ou les aubes ou fragments d'aubes projetés par centrifugation, afin d'éviter qu'ils ne traversent le carter et n'atteignent d'autres parties de l'aéronef.

[0009] Les deux premières fonctions s'avèrent peu exigeantes en termes de propriétés mécaniques mais sont actives en permanence. En revanche, la troisième fonction, même si elle est très peu utilisée, est très exigeante en termes de propriétés mécaniques. A cet effet, la quantité, la nature et l'agencement des fibres sont définies de manière optimisée dans la zone de rétention du carter de soufflante afin d'être apte à supporter

un impact sans rupture et retenir les fragments d'aube ou les objets ingérés. Un exemple de carter de soufflante en matériau composite avec une zone de rétention renforcée est décrit notamment dans le document US 2020/271015. La zone de rétention correspond à la partie la plus lourde du carter. Les brides sont également épaisses car elles sont essentielles pour assurer la tenue des interfaces et la reprise des efforts avec de forts gradients de contrainte dus aux liaisons boulonnées ponctuelles.

- [0010] Par conséquent, les zones structurales présentes entre les brides et la zone de rétention du carter sont les seules à pouvoir être amincies. Cependant, leur amincissement entraîne une baisse de résistance mécanique dans la structure du carter qui peut être problématique en particulier vis-à-vis du comportement dynamique du carter. En effet, cet amincissement conduit à la diminution des fréquences propres du carter de soufflante et augmente le risque de croisement fréquentiel entre un de ses modes propres et le sillage des aubes de soufflante en vis-à-vis du carter dans la plage de fonctionnement du moteur. Le carter entre alors en résonance lorsqu'une de ses fréquences propres croise une harmonique d'excitation produite par le sillage des aubes, ce qui peut entraîner la ruine du carter.
- [0011] Par conséquent, le carter de soufflante doit présenter une raideur minimale afin de ne pas répondre à des excitations vibratoires néfastes pour le moteur, comme dans le cas par exemple d'un croisement avec les sillages des aubes de la soufflante.
- [0012] Il existe dans l'art antérieur des solutions qui ont pour but d'éviter l'apparition de modes indésirables dans un carter en matériau composite. Une solution, notamment divulguée dans le document US 2014/212273, consiste à munir le carter en matériau composite de raidisseurs rapportés. Cependant, cette solution entraîne une augmentation significative de la masse globale du carter, en particulier lorsqu'il s'agit d'un carter de soufflante ayant un grand diamètre. Elle est en outre compliquée à mettre en œuvre, en particulier en ce qui concerne la fixation des raidisseurs qui doit être la plus fiable possible.
- [0013] Une autre solution, divulguée dans le document US 2017/266893 consiste à raidir un carter de soufflante en matériau composite en le dotant d'une portion présentant un profil en oméga. Toutefois, cette solution résulte en une augmentation importante de l'encombrement et de la masse du carter. Par ailleurs, de par sa géométrie complexe en oméga, la réalisation et la mise en place d'équipements (par exemple panneaux acoustiques, cartouches d'abrasable) sur ce type de carter se révèle fastidieuse. Enfin, le creux formé par la portion en oméga doit être comblé avec un matériau, ce qui pénalise encore la masse globale du carter.
- [0014] Ainsi, il existe un besoin pour améliorer la tenue d'un carter en matériau composite vis-à-vis des sollicitations vibratoires et ce sans augmenter de manière significative la masse et/ou l'encombrement du carter.

Exposé de l'invention

- [0015] A cet effet, l'invention propose une texture fibreuse pour renfort fibreux de carter en matériau composite présentant une forme de bande s'étendant dans une direction longitudinale sur une longueur déterminée entre une extrémité proximale et une extrémité distale et dans une direction latérale sur une largeur déterminée entre un premier bord latéral et un deuxième bord latéral, la texture fibreuse présentant un tissage tridimensionnel entre une pluralité de couches de torons de chaîne s'étendant dans la direction longitudinale et une pluralité de couches de torons de trame s'étendant dans la direction latérale,
- caractérisée en ce que la texture fibreuse comprend au moins une déliaison formant un logement interne dans la texture fibreuse, ladite au moins une déliaison s'étendant, suivant la direction longitudinale, sur une longueur déterminée entre une position intermédiaire présente entre les extrémités proximale et distale et l'extrémité distale et, suivant la direction latérale, sur une largeur déterminée inférieure à la largeur de la texture fibreuse et en retrait des premier et deuxième bords latéraux de la texture fibreuse.
- [0016] La texture fibreuse selon l'invention permet de réaliser des carters en matériau composite plus résistants aux sollicitations vibratoires. En effet, la formation d'au moins un logement interne par déliaison dans la structure fibreuse permet ultérieurement de former un raidisseur dans le carter par la mise en forme du logement interne de la structure fibreuse qui est utilisée pour la réalisation du renfort fibreux d'un carter en matériau composite et de conférer ainsi au carter final les caractéristiques mécaniques nécessaires à ses fonctions et de renforcer les zones structurales du carter vis-à-vis des sollicitations vibratoires.
- [0017] La texture fibreuse selon l'invention, permet d'augmenter localement la raideur du carter sans trop augmenter sa masse et donc de rehausser les modes propres de celui-ci pour éloigner les coïncidences fréquentielles en dehors de la plage de fonctionnement. Le carter présente, par conséquent, une tenue modale améliorée, ce qui permet d'éviter l'apparition de modes de vibration indésirables. En outre, la solution de rigidification de l'invention n'entraîne pas d'augmentation de la masse du carter.
- [0018] L'invention concerne également une préforme fibreuse de carter aéronautique comprenant un enroulement sur plusieurs tours d'une texture fibreuse selon l'invention, le logement interne formé par la déliaison dans texture fibreuse s'étendant sur le tour extérieur de l'enroulement de la préforme, la préforme fibreuse comprenant une partie de préforme de portion de raidissement formée par le logement interne mis en forme.
- [0019] Selon une caractéristique particulière de la préforme de l'invention, le logement

interne renferme une vessie gonflée par un fluide ou un matériau expansé.

[0020] Selon une autre caractéristique particulière de la préforme de l'invention, la vessie gonflée présente suivant la direction latérale une section en forme d'oméga.

[0021] L'invention concerne également un carter de turbine à gaz en un matériau composite, comprenant un renfort fibreux constitué d'une préforme fibreuse selon l'invention, et une matrice densifiant le renfort fibreux. Le carter peut notamment être un carter de soufflante de turbine à gaz.

[0022] L'invention concerne encore un moteur aéronautique à turbine à gaz ayant un carter selon l'invention.

[0023] L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une texture fibreuse par tissage tridimensionnel entre une pluralité de couches de torons de chaîne s'étendant dans une direction longitudinale et une pluralité de couches de torons de trame s'étendant dans la direction latérale, la structure fibreuse présentant une forme de bande s'étendant dans la direction longitudinale sur une longueur déterminée entre une extrémité proximale et une extrémité distale et dans la direction latérale sur une largeur déterminée entre un premier bord latéral et un deuxième bord latéral,

[0024] caractérisé en ce que le procédé comprend la réalisation d'au moins une déliaison formant un logement interne dans la texture fibreuse, ladite au moins une déliaison s'étendant, suivant la direction longitudinale, sur une longueur déterminée entre une position intermédiaire présente entre les extrémités proximale et distale et l'extrémité distale et, suivant la direction latérale, sur une largeur déterminée inférieure à la largeur de la texture fibreuse et en retrait des premier et deuxième bords latéraux de la texture fibreuse.

[0025] L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une préforme fibreuse de carter aéronautique comprenant :

[0026] - la fabrication d'une texture fibreuse selon le procédé de fabrication d'une texture fibreuse de l'invention,

[0027] - l'enroulement sur plusieurs tours de la texture fibreuse sur un outillage de mise en forme,

[0028] - la mise en forme du logement interne suivant une forme en oméga de manière à obtenir une partie de préforme de portion de raidissement.

[0029] Selon une caractéristique particulière du procédé de l'invention, la mise en forme du logement interne est réalisée par gonflement d'une vessie présente dans le logement interne de la structure fibreuse, la vessie étant introduite dans ledit logement interne avant l'enroulement de la structure fibreuse sur l'outillage de mise en forme ou en cours d'enroulement avant l'enroulement du dernier tour de ladite structure fibreuse comprenant la déliaison formant le logement interne.

[0030] L'invention concerne enfin un procédé de fabrication d'un carter aéronautique

comprenant la fabrication d'une préforme fibreuse selon le procédé de l'invention et la densification de la préforme par une matrice.

Brève description des dessins

- [0031] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue schématique en perspective d'un métier à tisser montrant le tissage tridimensionnel d'une texture fibreuse,
- [0032] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue schématique en perspective d'une texture fibreuse conformément à un mode de réalisation de l'invention,
- [0033] [Fig.3] La [Fig.3] est une coupe latérale partielle de la texture fibreuse de la [Fig.2] et montrant un plan d'armure de tissage avec déliaison,
- [0034] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue schématique en perspective montrant le début de l'enroulement de la texture fibreuse de la [Fig.2] sur un outillage de mise en forme,
- [0035] [Fig.5] La [Fig.5] une vue schématique en perspective montrant l'introduction d'une vessie gonflable dans la texture fibreuse de la [Fig.2] en cours d'enroulement,
- [0036] [Fig.6] La [Fig.6] est une coupe latérale partielle de la texture fibreuse représentée sur la [Fig.5] selon une armure de tissage,
- [0037] [Fig.7] La [Fig.7] est une coupe latérale partielle de la texture fibreuse représentée sur la [Fig.5] selon une autre armure de tissage,
- [0038] [Fig.8] La [Fig.8] est une vue schématique en perspective montrant la fin de l'enroulement de la texture fibreuse après introduction de la vessie gonflage,
- [0039] [Fig.9] La [Fig.9] est une demi-vue en coupe axiale de la texture fibreuse enroulée comme montré sur la [Fig.8],
- [0040] [Fig.10] La [Fig.10] est une vue schématique en perspective d'une préforme de carter,
- [0041] [Fig.11] La [Fig.11] est une demi-vue en coupe axiale de la préforme de carter de la [Fig.10],
- [0042] [Fig.12] La [Fig.12] est une vue en coupe montrant le positionnement de secteurs d'injection sur la préforme du carter de la [Fig.10],
- [0043] [Fig.13] La [Fig.13] est une vue schématique en perspective d'un carter de soufflante en matériau composite,
- [0044] [Fig.14] La [Fig.14] est une vue en perspective d'un moteur aéronautique conformément à un mode de réalisation de l'invention,
- [0045] [Fig.15] La [Fig.15] est une demi-vue en coupe axiale d'un carter de soufflante de moteur aéronautique selon l'art antérieur.

Description des modes de réalisation

- [0046] L'invention s'applique d'une manière générale à des textures fibreuses destinées à la fabrication de carters en matériau composite, ces carters étant soumis à des phénomènes vibratoires.

- [0047] L'invention s'applique plus particulièrement mais non exclusivement à la fabrication de carters de soufflante qui sont soumis à des sollicitations vibratoires de différentes origines et avec des niveaux plus ou moins importants. La réponse dynamique d'un carter de soufflante peut atteindre des niveaux très importants en cas:
- de résonance avec les sollicitations synchrones avec la vitesse de rotation (interaction fonctionnelle)
 - d'interaction avec les aubes de soufflante correspondant à un phénomène asynchrone et instable (interaction modale)
- [0048] En fonctionnement, les aubes de soufflante créent des excitations dynamiques par leur sillage (poches tournantes de pressions et de dépressions) qui sollicitent le carter sans qu'il y ait contact. On a dans ce cas-là un phénomène synchrone et une interaction fonctionnelle.
- [0049] Le carter de soufflante étant une pièce fortement axisymétrique, il répond à ces sollicitations forcées sur l'un de ses modes propres à Y diamètres (« YØ »), soit le mode propre « A / YØ », (« Y » correspondant au nombre d'aubes de soufflante de la turbomachine). Les contraintes dynamiques du carter sur ce mode peuvent être rédhibitoires et rapidement l'endommager en fatigue vibratoire.
- [0050] Afin d'éviter une coïncidence fréquentielle entre les excitations et la réponse du carter et, par conséquent, la ruine du carter vis à vis de ces phénomènes vibratoires, on s'assure que la coïncidence fréquentielle entre l'harmonique moteur Y.N (16N, 20N, 38N... selon le nombre d'aubes de soufflante) et le mode propre A/YØ ait lieu en dehors de la plage de fonctionnement et avec une certaine marge minimale.
- [0051] Ce but est atteint avec la texture fibreuse de l'invention qui permet d'augmenter la raideur du carter sans trop augmenter la masse dans les zones structurales, ce qui a pour effet d'augmenter la marge.
- [0052] Comme représentée sur la [Fig.1], une texture fibreuse 100 est réalisée de façon connue par tissage au moyen d'un métier à tisser de type jacquard 5 sur lequel on a disposé un faisceau de fils de chaîne ou torons 20 en une pluralité de couches, les fils de chaîne étant liés par des fils ou torons de trame 30.
- [0053] La texture fibreuse est réalisée par tissage tridimensionnel. Par « tissage tridimensionnel » ou « tissage 3D », on entend ici un mode de tissage par lequel certains au moins des fils de trame lient des fils de chaîne sur plusieurs couches de fils de chaîne ou inversement. La texture fibreuse peut présenter une armure de tissage interlock. Par tissage « interlock », on entend ici une armure de tissage dans laquelle chaque couche de fils de trame lie plusieurs couches de fils de chaîne, avec tous les fils d'une même colonne de trame ayant le même mouvement dans le plan de l'armure. D'autres armures de tissage sont envisageables.
- [0054] Comme illustrée sur la [Fig.2], la texture fibreuse 100 présente une forme de bande

qui s'étend en longueur dans une direction longitudinale X correspondant à la direction de défilement des fils ou torons de chaîne 20 et en largeur ou transversalement dans une direction latérale Y entre un premier et un deuxième bords latéraux 101 et 102, la direction latérale Y correspondant à la direction des fils ou torons de trame 30. La texture fibreuse s'étend longitudinalement sur une longueur déterminée L_{100} dans la direction X entre une extrémité proximale 103 destinée à former le début de l'enroulement d'une préforme fibreuse sur un outillage de mise en forme et une extrémité distale 104 destinée à former la fin de l'enroulement de la préforme fibreuse.

- [0055] La longueur L_{100} de la texture fibreuse 100 est déterminée en fonction de la circonférence de l'outillage ou du moule de mise en forme de manière à permettre la réalisation d'un nombre de tours déterminé de la texture fibreuse.
- [0056] Dans l'exemple décrit ici, la texture fibreuse 100 présente une longueur L_{100} permettant de faire quatre tours d'enroulement sur l'outillage de mise en forme. A cet effet, la texture fibreuse 100 comprend suivant la direction longitudinale quatre portions T_1 à T_4 présentant respectivement des longueurs L_{T1} à L_{T4} et correspondant respectivement aux premier, deuxième, troisième et quatrième tours d'enroulement de la texture fibreuse sur l'outillage de mise en forme. La longueur L_{T2} est légèrement supérieure à la longueur L_{T1} , la longueur L_{T3} est légèrement supérieure à la longueur L_{T2} et la longueur L_{T4} est légèrement supérieure à la longueur L_{T3} pour tenir compte de l'augmentation du rayon au fur et à mesure de l'enroulement de la texture fibreuse.
- [0057] La quatrième portion T_4 de la texture fibreuse 100 qui est destinée à former le dernier tour ou tour externe de l'enroulement sur l'outillage de mise en forme présente d'amont en aval (du bord latéral 101 au bord latéral 102 sur la [Fig.2]) des première à troisième portions 130, 140 et 150 s'étendant chacune sur la longueur L_{T4} de la quatrième portion T_4 . La première portion 130 s'étend suivant la direction latérale Y sur une largeur déterminée l_{130} à partir du premier bord latéral 101. La deuxième portion 140 s'étend suivant la direction latérale Y sur une largeur déterminée l_{140} à partir de la première portion 130. La troisième portion 150 s'étend suivant la direction latérale Y sur une largeur déterminée l_{150} à partir de la deuxième portion 140 et jusqu'au deuxième bord latéral 102.
- [0058] La deuxième portion 140 présente une largeur l_{140} inférieure ou égale à la largeur l_{130} de la première portion 130 et inférieure à la largeur l_{150} de la troisième portion. La troisième portion 150 présente une largeur l_{150} supérieure aux largeurs l_{130} et l_{140} des première et deuxième portions 130 et 140.
- [0059] Conformément à l'invention, lors du tissage, une déliaison 160 est réalisée à l'intérieure de la deuxième portion 140 entre deux couches successives de fils de chaîne. La déliaison 160 s'étend suivant un plan parallèle à la surface de l'ébauche fibreuse et sépare localement la quatrième portion T_4 en deux portions tissées 140a et

140b ([Fig.3]). La déliaison 160 s'étend suivant la direction longitudinale X sur une longueur déterminée correspondant à la longueur L_{T_4} de la quatrième portion T_4 entre une position intermédiaire 105 présente entre des extrémités proximale et distale 102, 103 et l'extrémité distale 103. En outre, la déliaison 160 s'étend dans la direction latérale Y sur une largeur correspondant à la largeur l_{140} de la deuxième portion 140 en retrait des bords latéraux 101 et 102 de la texture fibreuse 100 (c'est-à-dire la déliaison 160 ne débouche pas sur les bords latéraux 101 et 102) de manière à conserver des portions de liaison adjacentes correspondant aux première et troisième portions 130 et 150. La déliaison 160 débouche en outre à l'extrémité distale 104 de la texture fibreuse. La déliaison 160 forme ainsi un logement interne 170 dans la quatrième portion T_4 de la texture fibreuse 100 qui est accessible par l'extrémité distale 104 de la texture.

- [0060] Un mode de tissage 3D à armure interlock de l'ébauche 100 est montré schématiquement par la [Fig.3]. La [Fig.3] est une vue partielle agrandie d'un plan en coupe chaîne dans la quatrième portion T_4 de l'ébauche 100 comportant la zone de déliaison 160 (coupe III-III sur la [Fig.2]). Dans cet exemple, l'ébauche 100 comprend 8 couches de fils de chaîne 20 s'étendant sensiblement dans la direction longitudinale X. Sur la [Fig.3], les 8 couches de fils de chaîne sont liées par des fils de trame t_1 à t_8 dans les zones de liaison des première et troisième portions 130 et 150, les fils de trame s'étendant sensiblement dans la direction latérale Y. Au niveau de la déliaison 160, la portion tissée 140a comprend 4 couches de fils de chaîne 20 liées entre elles par 4 fils de trame t_1 à t_4 tandis que la portion tissée 140b comprend les 4 couches de fils de chaîne 20 liées entre elles par 4 fils de trame t_5 à t_8 .
- [0061] En d'autres termes, le fait que les fils de trame t_1 à t_4 ne s'étendent pas dans les couches de fils de chaîne de la portion tissée 140b et que les fils de trame t_5 à t_8 ne s'étendent pas dans les couches de fils de chaîne de la portion tissée 140a assure la déliaison 160 qui sépare les portions tissées 113 et 114.
- [0062] Dans l'exemple de tissage présenté sur la [Fig.3], les fils de trame t_1 à t_4 , d'une part, et les fils de trame t_5 à t_8 , d'autre part, sont respectivement disposés de chaque côté de la déliaison 160, les fils de trame t_1 à t_4 liant les quatre premières couches de fils de chaîne formant la portion tissée 140a et les fils de trame t_5 à t_8 liant les quatre dernières couches de fils de chaîne formant la portion tissée 140b.
- [0063] Selon une variante de réalisation, une première partie de fils des couches de fils de trame peut croiser une deuxième partie de fils des couches de fils de trame en amont et en aval de la déliaison 160 suivant la direction latérale Y, les fils de la première partie de fils de trame s'étendant d'un côté de la déliaison 160 suivant la direction latérale tandis que les fils de la deuxième partie de fils de la pluralité de couches de fils de trame s'étendent de l'autre côté de la déliaison suivant la direction latérale. Le

croisement des première et deuxième parties de fils de trame en amont et en aval de la déliaison 160 suivant la direction Latérale Y permet d'améliorer la tenue de la texture fibreuse dans la zone de déliaison.

- [0064] La texture fibreuse 100 de l'invention permet après mise en forme de former un renfort fibreux de carter dans lequel une portion de raidissement est présente dans une zone structurale du carter, la portion de raidissement étant formée par la deuxième portion 140 de la texture fibreuse 100. On augmente ainsi localement la raideur du carter, ce qui permet de rehausser les modes propres du carter et éloigner ainsi les coïncidences fréquentielles en dehors de la plage de fonctionnement.
- [0065] On vient de décrire un exemple dans lequel la texture fibreuse a une armure de tissage interlock à 8 couches de chaîne et 8 couches de trame. On ne sort toutefois pas du cadre de l'invention lorsque le nombre de couches de trame et de chaîne est différent, ou lorsque la texture fibreuse présente une armure de tissage différente d'une armure interlock.
- [0066] Comme illustré sur la [Fig.4], la réalisation d'une préforme fibreuse destinée à constituer le renfort fibreux du carter débute par l'enroulement sur un mandrin 50 de la texture fibreuse 100 décrite précédemment, le renfort fibreux constituant une préforme fibreuse tubulaire complète d'un carter formant une seule pièce. A cet effet, le mandrin 50 présente une surface externe 51 dont le profil correspond à la surface interne du carter à réaliser. Le mandrin 50 comporte également deux flasques 52 et 53 pour former des parties de préforme de brides amont et aval 63 et 66 correspondant aux brides du carter comme illustrées sur les figures 10 et 11.
- [0067] La texture fibreuse 100 est enroulée sur le mandrin 50 à partir de son extrémité proximale 103. Un ou plusieurs tours d'enroulement sont réalisés jusqu'à arriver à la portion de la texture qui comprend le logement interne 170. Dans l'exemple décrit ici, on enroule d'abord les portions T1, T2 et T3 de la texture fibreuse 100 sur le mandrin 50 puis on stoppe l'enroulement afin de procéder à l'introduction d'une vessie gonflable 180 dans le logement interne 170 présent dans la portion T4 comme illustré sur la [Fig.5]. La vessie gonflable 180 introduite dans le logement interne 170 présente suivant la direction latérale Y une section en forme d'oméga comme illustrée sur la [Fig.6]. La vessie 180 est en un matériau élastique comme par exemple du silicone haute température ou du latex de caoutchouc haute température. La vessie 180 comporte une valve 181 permettant son gonflage. Selon une variante de mise en œuvre, la vessie gonflable est introduite dans le logement interne 170 de la texture fibreuse 100 avant le début de l'enroulement. Dans ce cas, l'enroulement peut être entièrement réalisé sans interruption.
- [0068] Selon une variante de réalisation illustrée en [Fig.7], une première partie de fils des couches de fils de trame croise une deuxième partie de fils des couches de fils de trame

dans une zone de la structure fibreuse située au voisinage de la déliaison 160 et donc du logement interne 170. Dans l'exemple illustré sur la [Fig.7], les fils de trame t_3 et t_4 , sont déviés au début ou en amont de la zone de déliaison 160 pour lier des couches de fils de chaîne dans la portion 104b. De même, les fils de trame t_5 et t_6 sont déviés au début ou en amont de la zone de déliaison 160 pour lier des couches de fils de chaîne dans la portion 104a. Après la zone de déliaison 160, les fils de trame t_3 et t_4 sont de nouveau déviés à la fin ou en aval de la zone de déliaison 160 pour lier des couches de fils de chaîne dans la portion 104a tandis que les fils de trame t_5 et t_6 sont de nouveau déviés à la fin ou en aval de la zone de déliaison 160 pour lier des couches de fils de chaîne dans la portion 104b. Le croisement des fils de trame t_3 et t_4 et des fils de trame t_5 et t_6 en amont et/ou en aval de la zone de déliaison 160 permet d'améliorer la tenue de l'ébauche fibreuse dans la zone de déliaison et de limiter les déplacements de la vessie 180 suivant la direction Y. Selon une variante de réalisation, une partie des fils de trame peuvent se croiser seulement en amont ou en aval de la zone de déliaison 160.

[0069] Les figures 8 et 9 illustrent la texture fibreuse 100 après introduction de la vessie gonflable dans le logement interne 170 de la portion T_4 et après enroulement complet de la texture 100 sur le mandrin 50. Comme représenté sur la [Fig.9], la texture fibreuse 100 présente 4 tours d'enroulement correspondant respectivement aux portions T_1 à T_4 , la portion T_4 présente sur la surface externe de l'enroulement comprenant la vessie gonflable 180 dans le logement interne 170.

[0070] Un fluide ou un matériau expansif 190 est alors introduit dans la vessie 180 au moyen de la valve 181 ([Fig.10]). Dans le cas d'un fluide, celui-ci peut être un gaz comme de l'air ou un liquide qui peut être retiré en fin de fabrication du carter. Dans le cas d'un matériau expansif, celui-ci peut être notamment un matériau intumescent comme par exemple une mousse adhésive époxy FM® 410 commercialisée par la société Solvay. Dans le cas d'un matériau intumescent, celui-ci est chauffé après son introduction dans la vessie. Dès qu'une certaine température est atteinte, le matériau intumescent va s'expandre en formant des bulles dans toutes les directions qui vont exercer une pression contre la paroi interne de la vessie et provoquer ainsi son gonflement. Une fois expansé, le matériau ne peut plus être retiré de la vessie qui est alors conservée ainsi dans la pièce finale.

[0071] Une fois la vessie 180 gonflée, on obtient comme illustrée sur la [Fig.11], une préforme fibreuse 60 qui va constituer le renfort fibreux du carter en matériau composite. La préforme 60 comprend une partie de préforme de portion de raidissement 63 formée par le logement interne 170 mis en forme par le gonflement de la vessie 180. La partie de préforme de portion de raidissement 63 présente en section latérale une forme en oméga et s'étend sur toute la périphérie externe de la préforme 60.

- [0072] La préforme 60 comprend également une partie de préforme de bride amont 63, une partie de préforme de zone de rétention 64 et une partie de préforme de bride aval 66.
- [0073] On procède ensuite à la densification de la préforme fibreuse 60 par une matrice.
- [0074] La densification de la préforme fibreuse consiste à combler la porosité de la préforme, dans tout ou partie du volume de celle-ci, par le matériau constitutif de la matrice.
- [0075] La matrice peut être obtenue de façon connue en soi suivant le procédé par voie liquide. Le procédé par voie liquide consiste à imprégner la préforme par une composition liquide contenant un précurseur organique du matériau de la matrice. Le précurseur organique se présente habituellement sous forme d'un polymère, tel qu'une résine, éventuellement dilué dans un solvant. La préforme fibreuse est placée dans un moule pouvant être fermé de manière étanche avec un logement ayant la forme de la pièce finale moulée. Comme illustré sur la [Fig.12], la préforme fibreuse 60 est ici placée entre une pluralité de secteurs 54 formant contre-moule et le mandrin 50 formant support, ces éléments présentant respectivement la forme extérieure et la forme intérieure du carter à réaliser. Ensuite, on injecte le précurseur liquide de matrice, par exemple une résine, dans tout le logement pour imprégner la préforme.
- [0076] La transformation du précurseur en matrice organique, à savoir sa polymérisation, est réalisée par traitement thermique, généralement par chauffage du moule, après élimination du solvant éventuel et réticulation du polymère, la préforme étant toujours maintenue dans le moule ayant une forme correspondant à celle de la pièce à réaliser. La matrice organique peut être notamment obtenue à partir de résines époxydes, telle que, par exemple, la résine époxyde à hautes performances vendue, ou de précurseurs liquides de matrices carbone ou céramique.
- [0077] Dans le cas de la formation d'une matrice carbone, le traitement thermique consiste à pyrolyser le précurseur organique pour transformer la matrice organique en une matrice carbone. A titre d'exemple, des précurseurs liquides de carbone peuvent être des résines à taux de coke relativement élevé, telles que des résines phénoliques. Plusieurs cycles consécutifs, depuis l'imprégnation jusqu'au traitement thermique, peuvent être réalisés pour parvenir au degré de densification souhaité.
- [0078] La densification de la préforme fibreuse peut être réalisée par le procédé bien connu de moulage par transfert dit RTM (« Resin Transfert Moulding »). Conformément au procédé RTM, on place la préforme fibreuse dans un moule présentant la forme du carter à réaliser. Une résine therm durcissable est injectée dans l'espace interne délimité entre la pièce en matériau rigide et le moule et qui comprend la préforme fibreuse. Un gradient de pression est généralement établi dans cet espace interne entre l'endroit où est injecté la résine et les orifices d'évacuation de cette dernière afin de contrôler et d'optimiser l'imprégnation de la préforme par la résine.

- [0079] La résine utilisée peut être, par exemple, une résine époxyde. Les résines adaptées pour les procédés RTM sont bien connues. Elles présentent de préférence une faible viscosité pour faciliter leur injection dans les fibres. Le choix de la classe de température et/ou la nature chimique de la résine est déterminé en fonction des sollicitations thermomécaniques auxquelles doit être soumise la pièce. Une fois la résine injectée dans tout le renfort, on procède à sa polymérisation par traitement thermique conformément au procédé RTM.
- [0080] Après l'injection et la polymérisation, la pièce est démoulée. La pièce est finalement détournée pour enlever l'excès de résine et les chanfreins sont usinés pour obtenir un carter 810 présentant une forme de révolution comme illustré sur la [Fig.13]. Le carter 810 comprend une bride amont 811, une portion de rétention 813 et une bride aval 814. Conformément à l'invention, le carter comprend en outre un raidisseur 812 formé par la partie de préforme de portion de raidissement 63. Le raidisseur 812 présente en section latérale une forme en oméga et s'étend sur toute la périphérie externe du carter 810. Dans l'exemple décrit ici, la vessie a été gonflée avec un fluide rétractable, comme de l'air par exemple. Dans ce cas et après avoir été dégonflée, la vessie peut être extraite du raidisseur 812 par une ouverture 8120 usinée dans le raidisseur.
- [0081] Le carter 810 représenté sur la [Fig.13] est un carter d'une soufflante de moteur aéronautique à turbine à gaz 80. Un tel moteur, comme montré très schématiquement par la [Fig.14] comprend, de l'amont vers l'aval dans le sens de l'écoulement de flux gazeux, une soufflante 81 disposée en entrée du moteur, un compresseur 82, une chambre de combustion 83, une turbine haute-pression 84 et une turbine basse pression 85. Le moteur est logé à l'intérieur d'un carter comprenant plusieurs parties correspondant à différents éléments du moteur. Ainsi, la soufflante 81 est entourée par le carter 810.
- [0082] Dans l'exemple décrit ci-avant, la texture fibreuse utilisée pour former le renfort fibreux du carter en matériau composite comprend un logement interne unique dans lequel on introduit une vessie. L'invention n'est toutefois pas limitée à cette configuration unique de logement et de vessie gonflable. La texture fibreuse peut notamment comprendre une pluralité de logements internes indépendants comportant chacun un accès permettant d'introduire une vessie. Dans ce cas, on stoppe l'enroulement de la texture fibreuse dès qu'on atteint le début d'un premier logement interne afin d'y introduire une première vessie puis on enroule la partie de la texture fibreuse comprenant le premier logement interne avec la première vessie. On poursuit l'enroulement de la texture fibreuse jusqu'à atteindre le début d'un deuxième logement interne dans lequel on introduit une deuxième vessie puis on enroule la partie de la texture fibreuse comprenant le deuxième logement interne avec la deuxième vessie. Ces opérations sont répétées pour les autres logements s'il y en a. Selon une variante, les vessies gonflables sont introduites dans les logements internes de la texture fibreuse

avant le début de l'enroulement. Dans ce cas, l'enroulement peut être entièrement réalisé sans interruption.

Revendications

- [Revendication 1] Texture fibreuse (100) pour renfort fibreux de carter en matériau composite présentant une forme de bande s'étendant dans une direction longitudinale (X) sur une longueur déterminée (L_{100}) entre une extrémité proximale (103) et une extrémité distale (104) et dans une direction latérale (Y) sur une largeur déterminée (l_{100}) entre un premier bord latéral (101) et un deuxième bord latéral (102), la texture fibreuse présentant un tissage tridimensionnel entre une pluralité de couches de torons de chaîne (20) s'étendant dans la direction longitudinale et une pluralité de couches de torons de trame (30) s'étendant dans la direction latérale,
- caractérisée en ce que la texture fibreuse (100) comprend au moins une déliaison (160) formant au moins un logement interne (170) dans la texture fibreuse, ladite au moins une déliaison s'étendant, suivant la direction longitudinale, sur une longueur déterminée (L_{T4}) entre une position intermédiaire (105) présente entre les extrémités proximale et distale (102, 103) et l'extrémité distale (103) et, suivant la direction latérale, sur une largeur déterminée (l_{140}) inférieure à la largeur (l_{100}) de la texture fibreuse et en retrait des premier et deuxième bords latéraux (101, 102) de la texture fibreuse.
- [Revendication 2] Préforme fibreuse (60) de carter aéronautique (810) comprenant un enroulement sur plusieurs tours d'une texture fibreuse (100) selon la revendication 1, ledit au moins un logement interne (170) formé par la déliaison (160) dans texture fibreuse (100) s'étendant sur le tour extérieur de l'enroulement de la préforme, la préforme fibreuse comprenant une partie de préforme de portion de raidissement (64) formée par le logement interne mis en forme.
- [Revendication 3] Préforme fibreuse selon la revendication 2, dans laquelle ledit au moins un logement interne (170) renferme une vessie (180) gonflée par un fluide ou un matériau expansé (190).
- [Revendication 4] Préforme fibreuse selon la revendication 2 ou 3, dans laquelle la vessie (180) gonflée présente suivant la direction latérale (Y) une section en forme d'oméga.
- [Revendication 5] Carter (810) de turbine à gaz en un matériau composite, comprenant un renfort fibreux constitué d'une préforme fibreuse (60) selon la revendication 2, et une matrice densifiant le renfort fibreux.
- [Revendication 6] Carter (810) selon la revendication 5, dans lequel ledit carter est un

carter de soufflante de turbine à gaz.

[Revendication 7] Moteur aéronautique à turbine à gaz (80) ayant un carter (810) selon la revendication 5 ou 6.

[Revendication 8] Procédé de fabrication d'une texture fibreuse (100) par tissage tridimensionnel entre une pluralité de couches de torons de chaîne (20, 40) s'étendant dans une direction longitudinale (X) et une pluralité de couches de torons de trame (30) s'étendant dans la direction latérale (Y), la structure fibreuse présentant une forme de bande s'étendant dans la direction longitudinale (X) sur une longueur déterminée (L_{100}) entre une extrémité proximale (103) et une extrémité distale (104) et dans la direction latérale (Y) sur une largeur déterminée (l_{100}) entre un premier bord latéral (101) et un deuxième bord latéral (102), caractérisé en ce que le procédé comprend la réalisation d'au moins une déliaison (160) formant au moins un logement interne (170) dans la texture fibreuse, ladite au moins une déliaison s'étendant, suivant la direction longitudinale, sur une longueur déterminée (L_{T4}) entre une position intermédiaire (105) présente entre les extrémités proximale et distale (102, 103) et l'extrémité distale (103) et, suivant la direction latérale, sur une largeur déterminée (l_{140}) inférieure à la largeur (l_{100}) de la texture fibreuse et en retrait des premier et deuxième bords latéraux (101, 102) de la texture fibreuse.

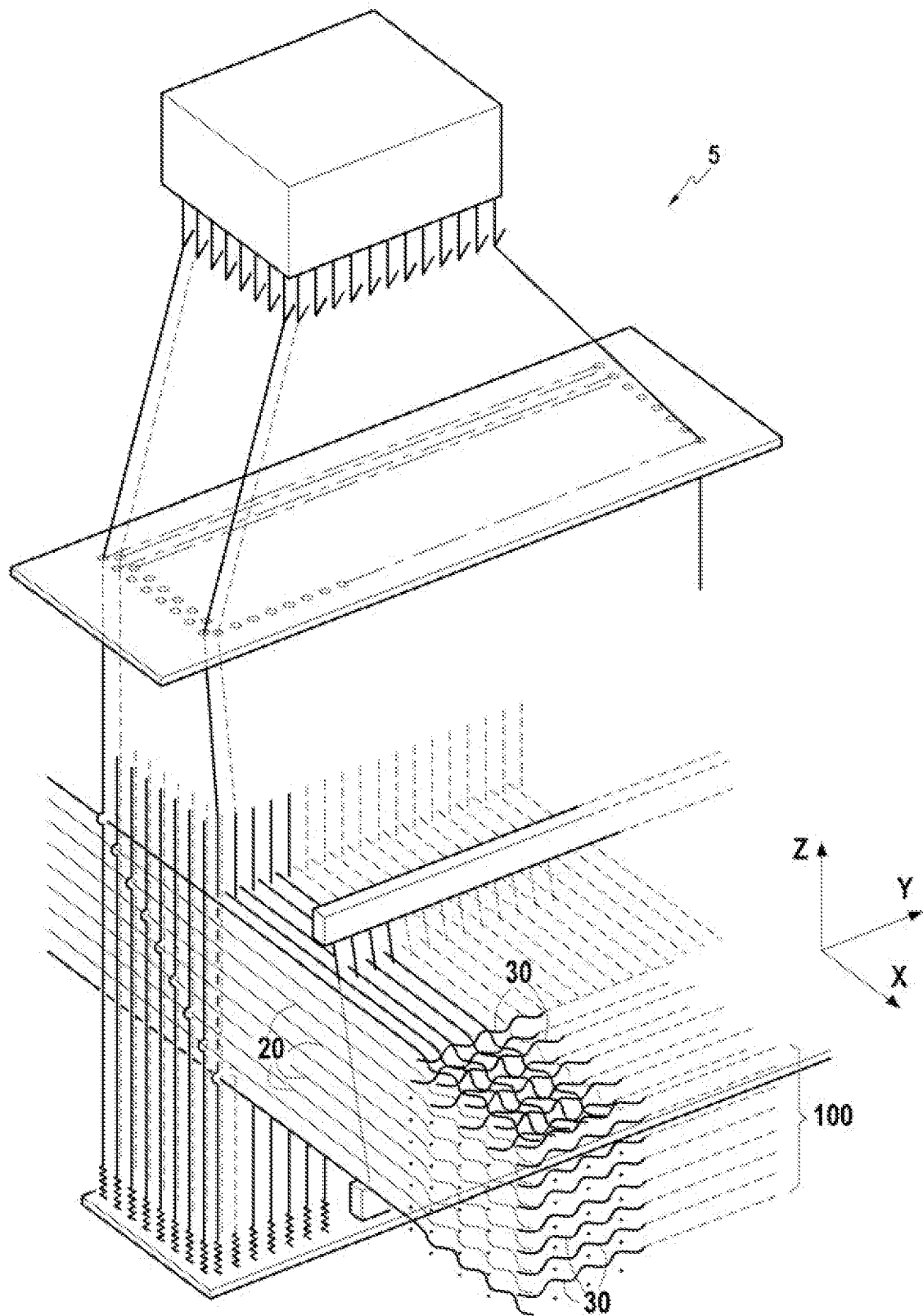
[Revendication 9] Procédé de fabrication d'une préforme fibreuse (60) de carter aéronautique (810) comprenant :

- la fabrication d'une texture fibreuse (100) selon le procédé tel que défini dans la revendication 8,
- l'enroulement sur plusieurs tours de la texture fibreuse (100) sur un outillage de mise en forme (50),
- la mise en forme du ou des logements internes (170) suivant une forme en oméga de manière à obtenir une partie de préforme de portion de raidissement (64).

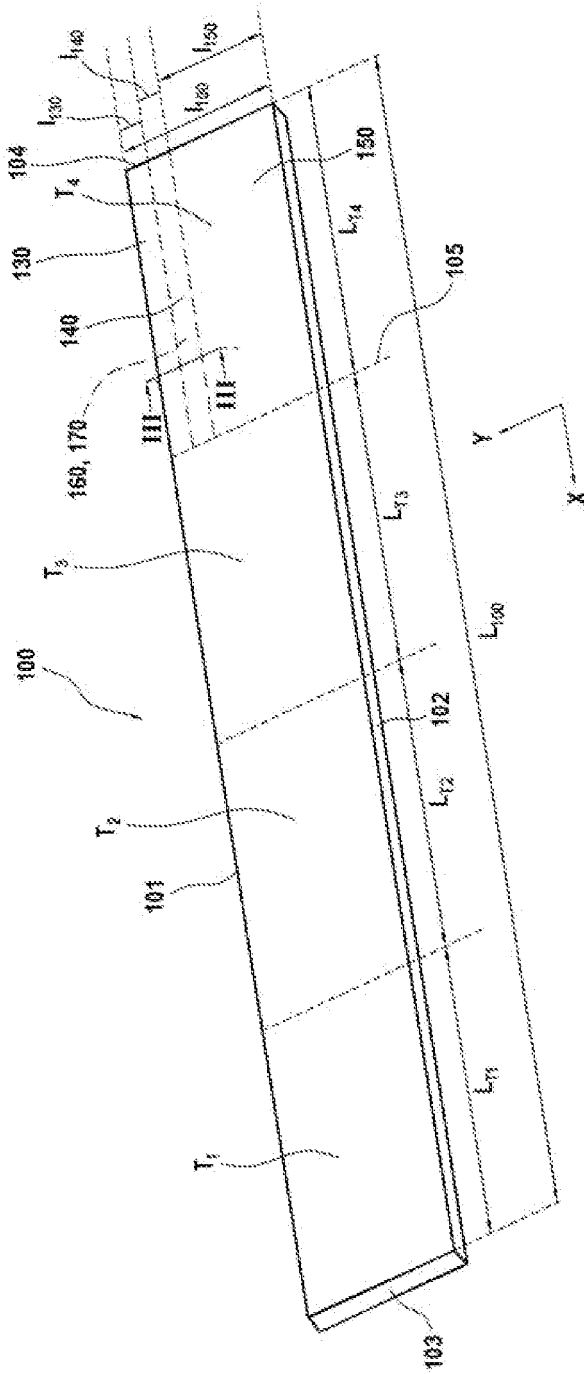
[Revendication 10] Procédé selon la revendication 9, dans lequel la mise en forme dudit au moins un logement interne (170) est réalisée par gonflement d'une vessie (180) présente dans le logement interne de la structure fibreuse (100), la vessie étant introduite dans ledit au moins un logement interne avant l'enroulement de la structure fibreuse sur l'outillage de mise en forme (50) ou en cours d'enroulement avant l'enroulement du dernier tour de ladite structure fibreuse comprenant la déliaison (160) formant le logement interne (170).

[Revendication 11] Procédé de fabrication d'un carter aéronautique (810) comprenant la fabrication d'une préforme fibreuse (60) selon le procédé tel que défini dans les revendications 9 ou 10 et la densification de la préforme par une matrice.

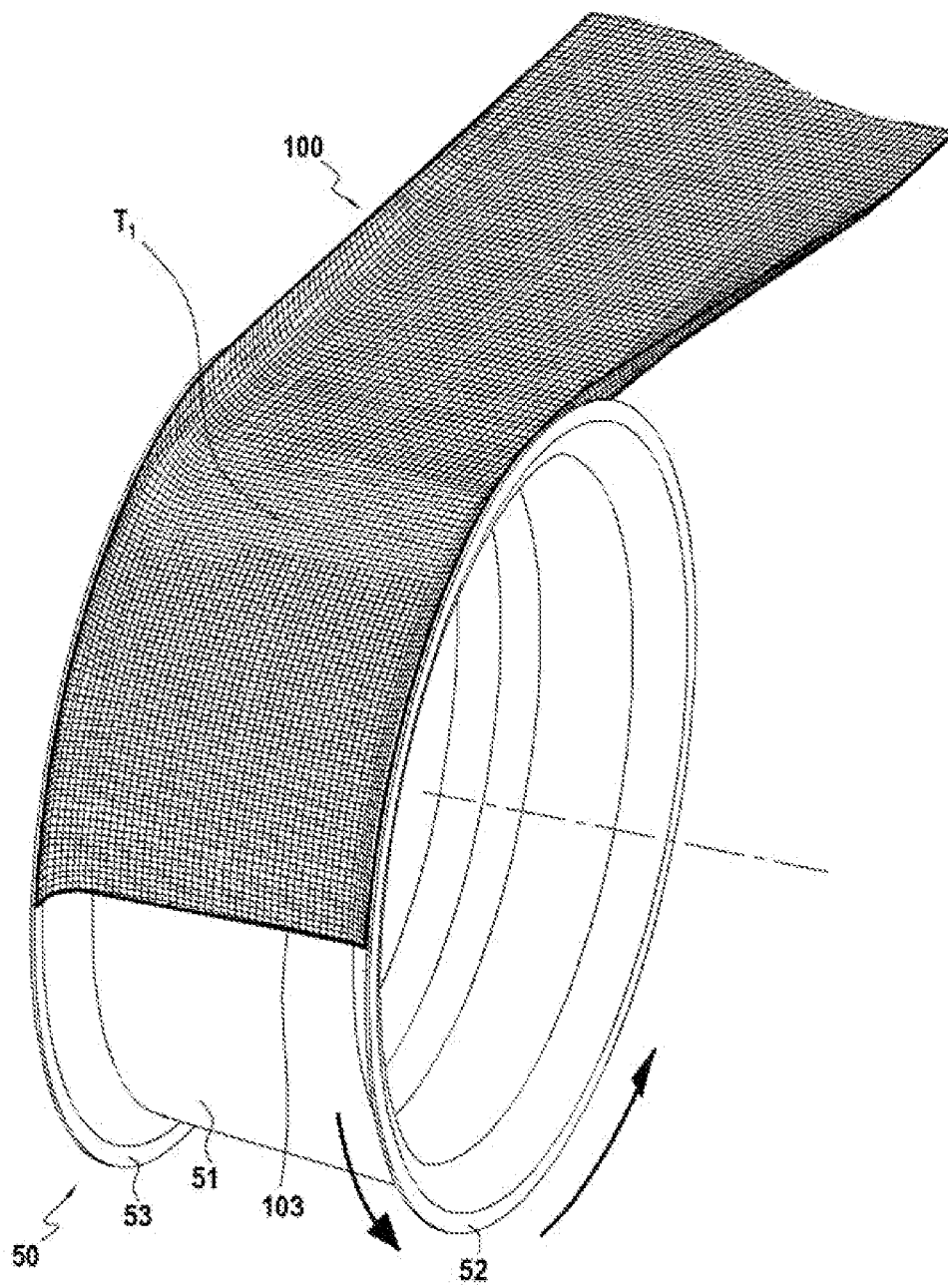
[Fig. 1]



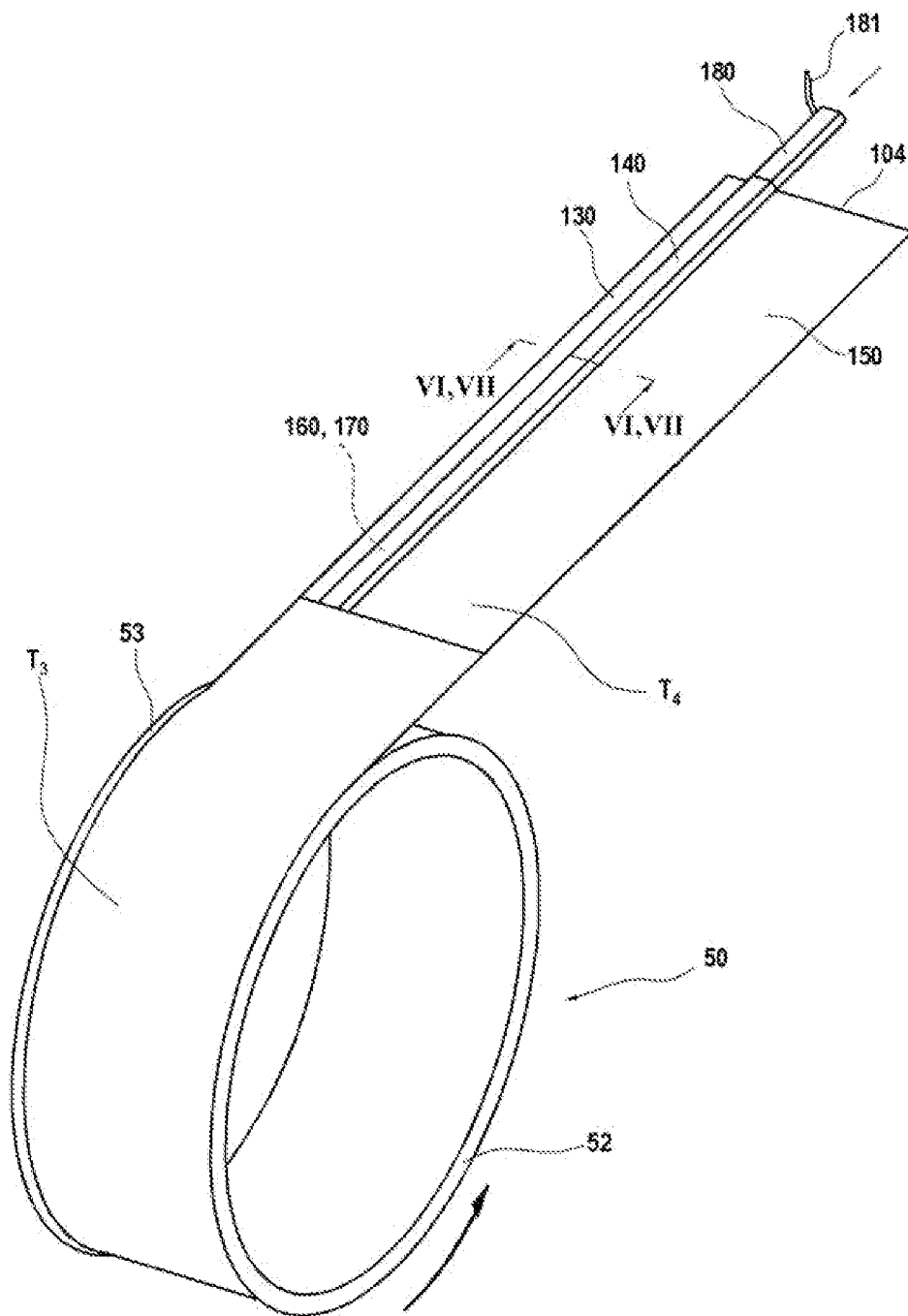
[Fig. 2]



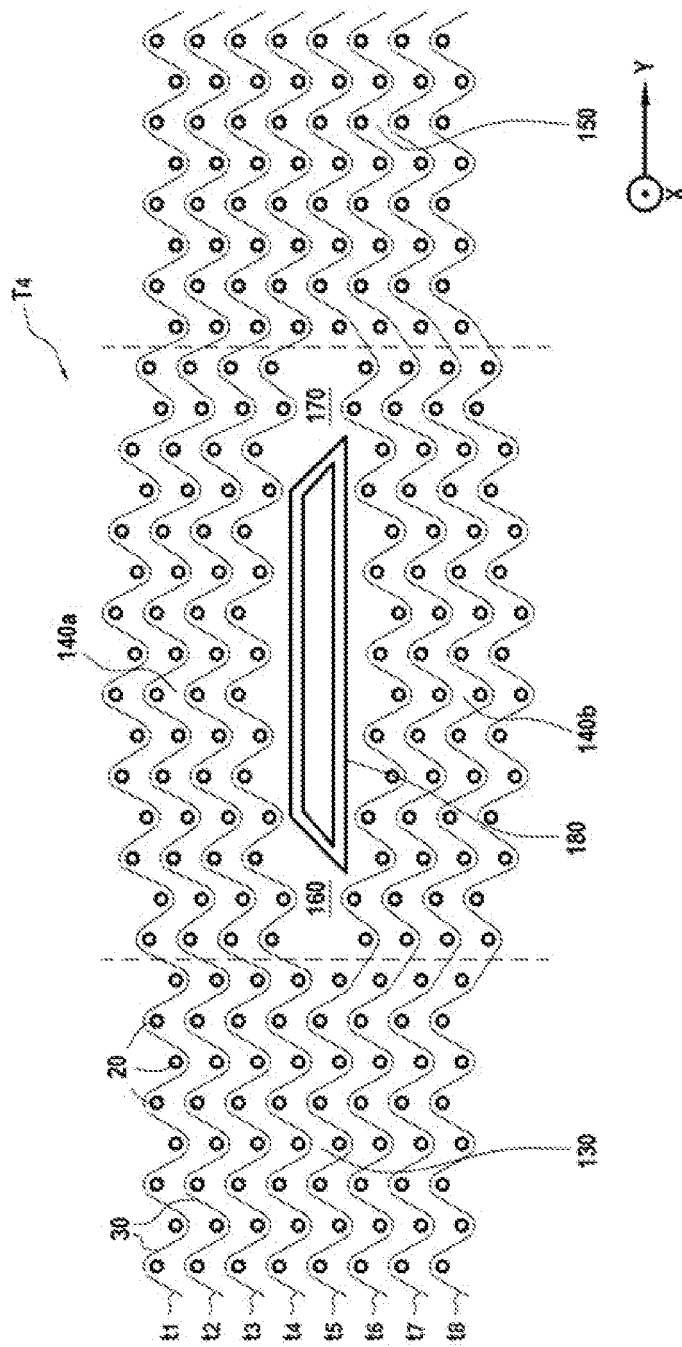
[Fig. 4]



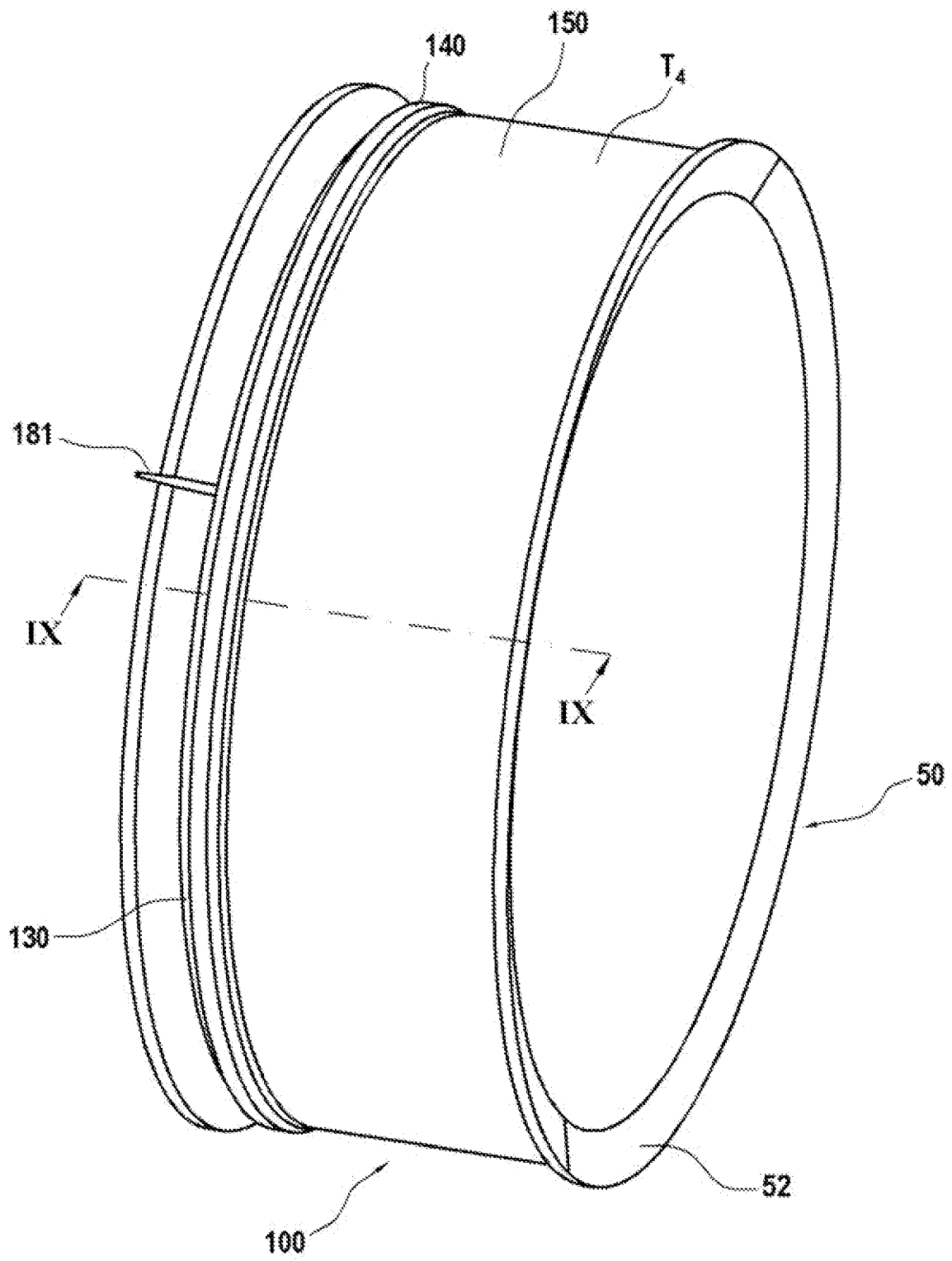
[Fig. 5]



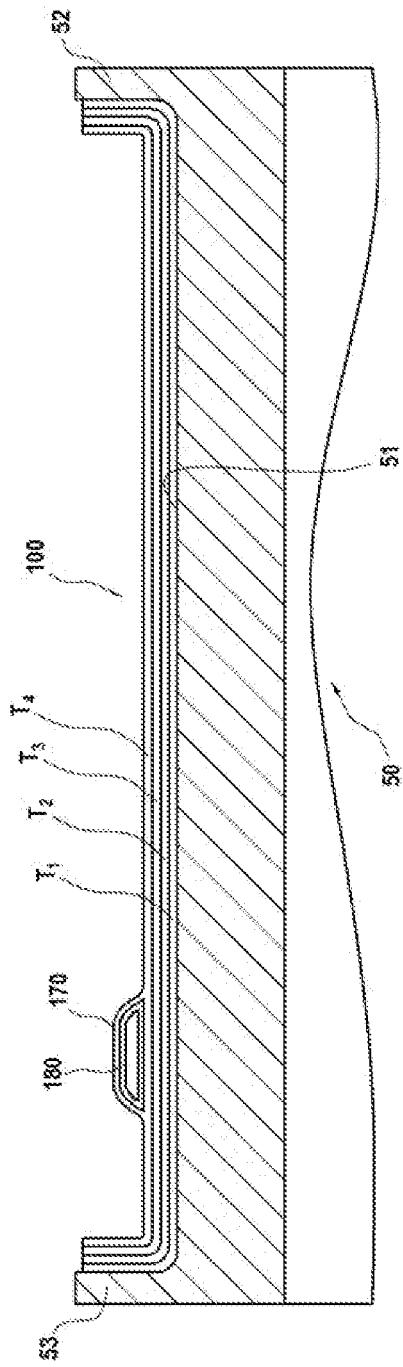
[Fig. 6]



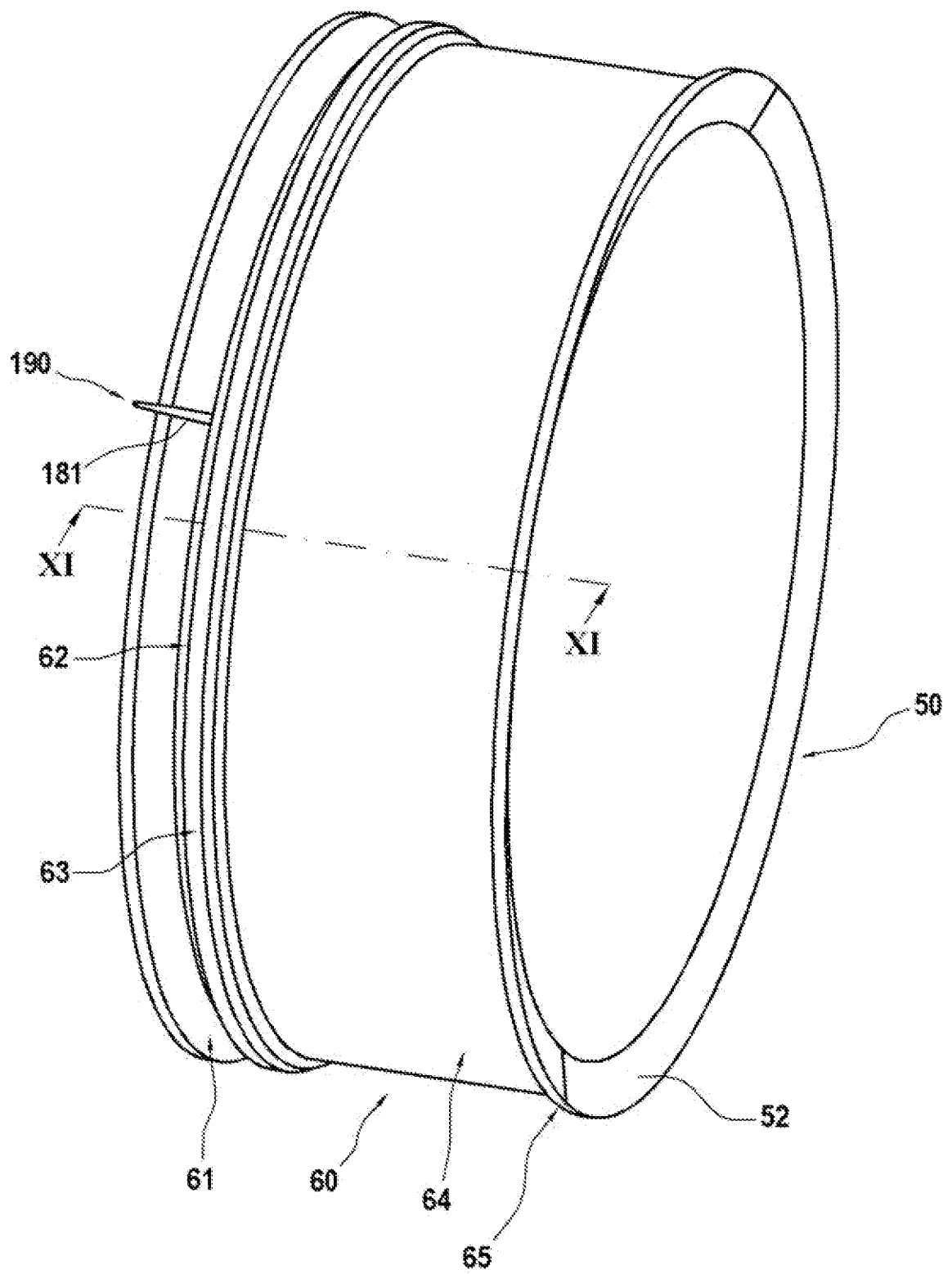
[Fig. 8]



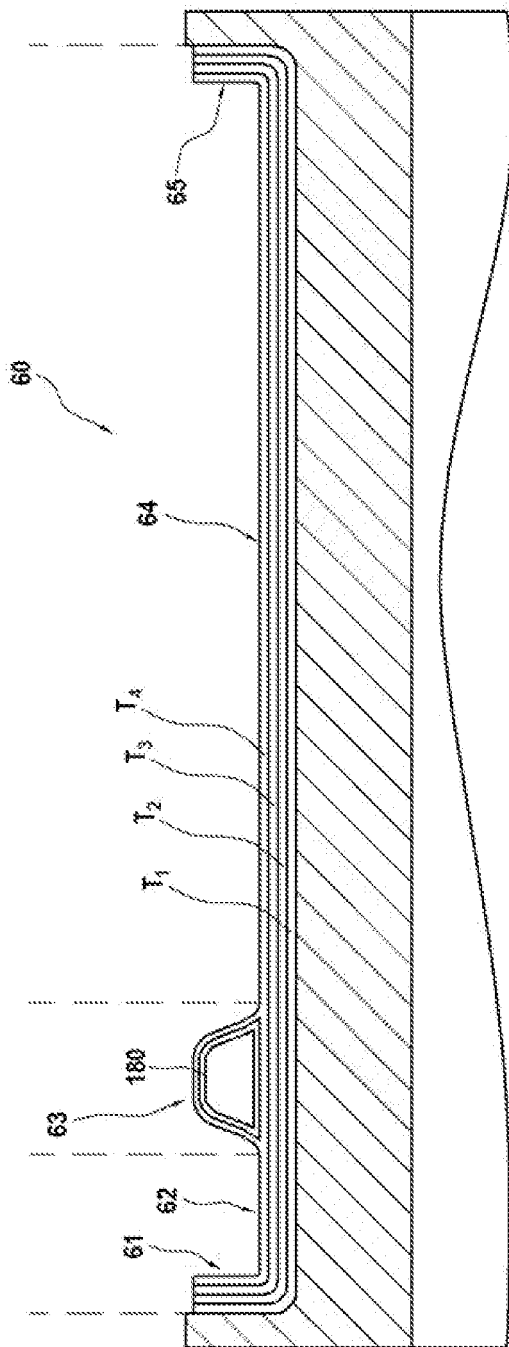
[Fig. 9]



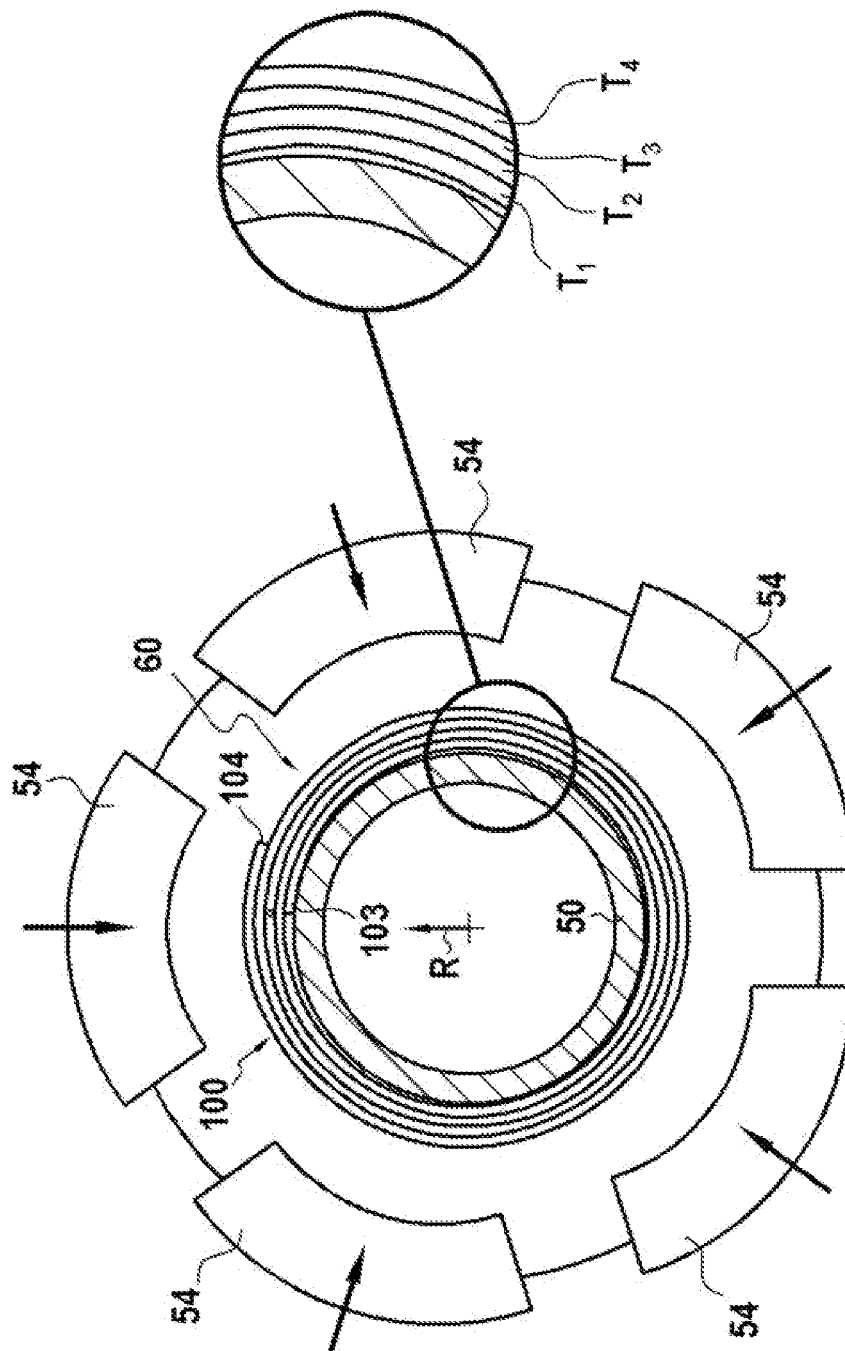
[Fig. 10]



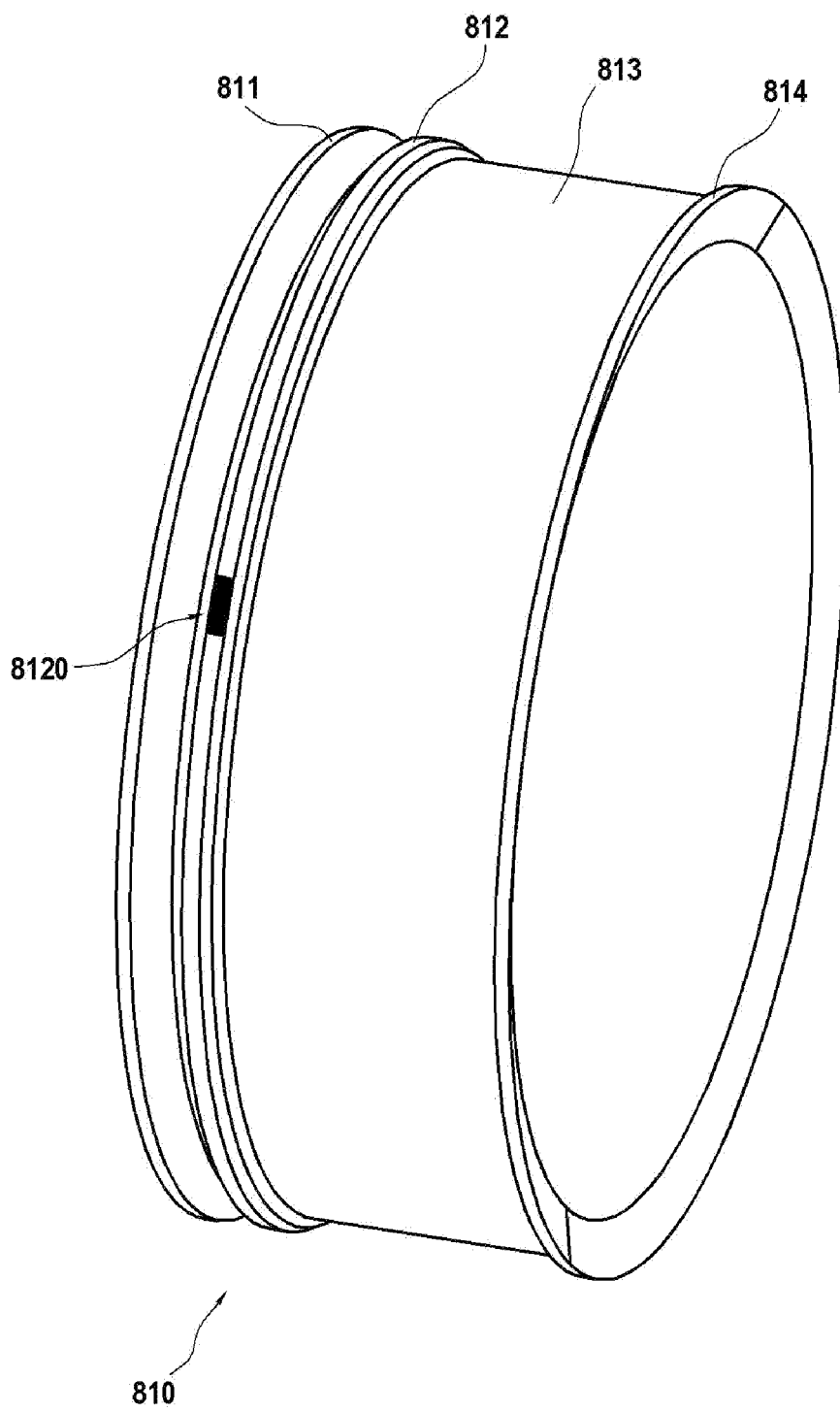
[Fig. 11]



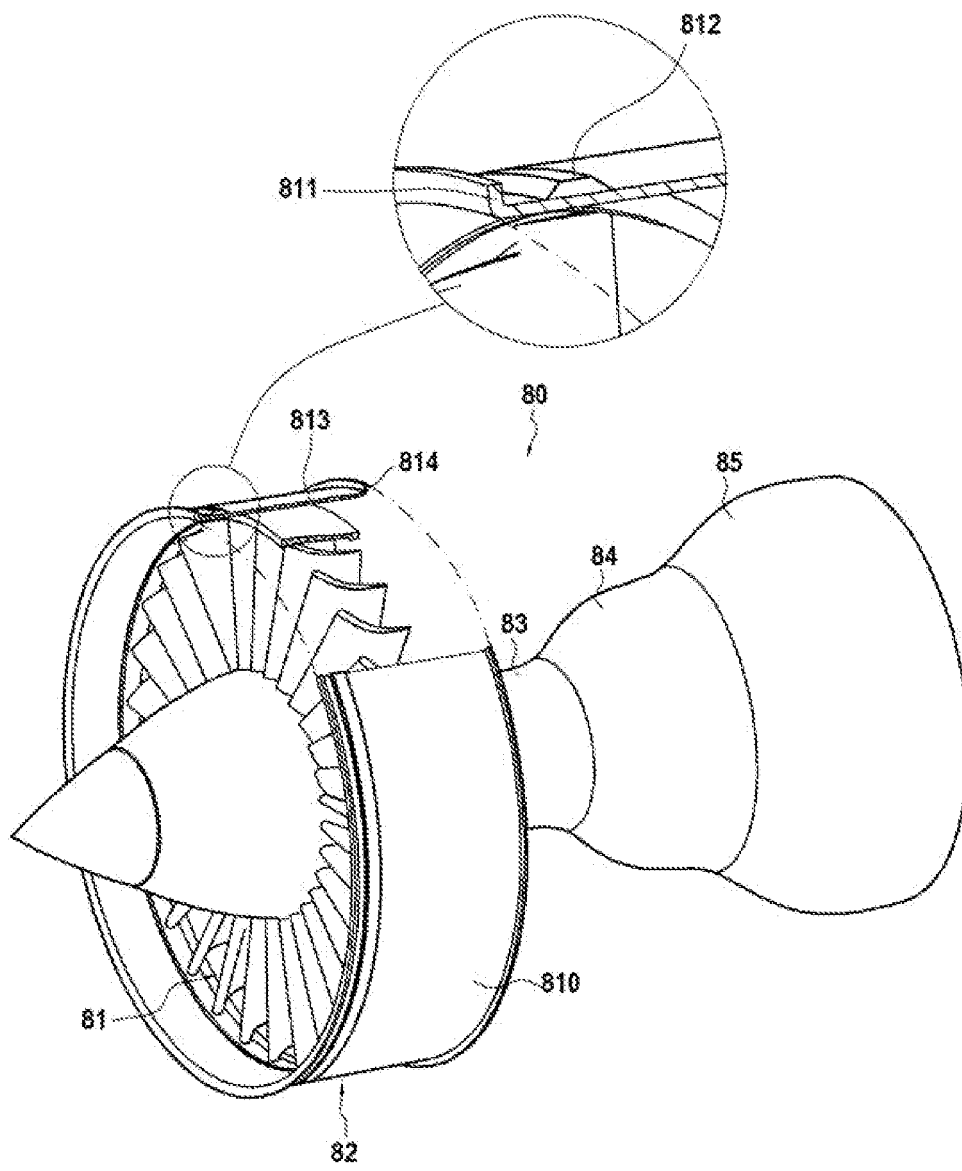
[Fig. 12]



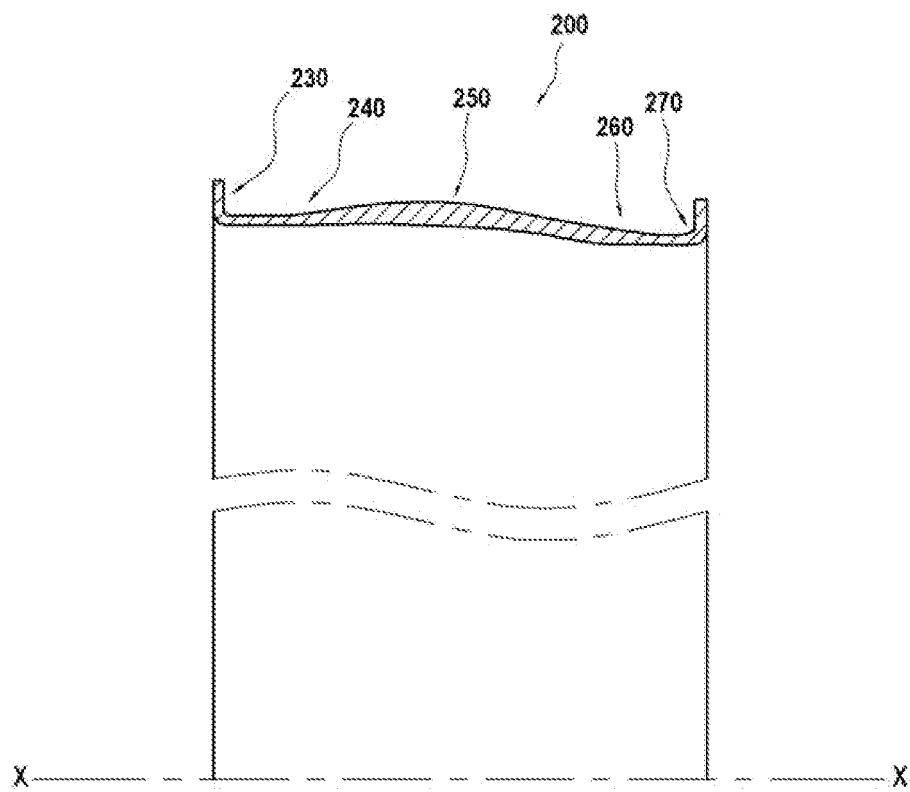
[Fig. 13]



[Fig. 14]



[Fig. 15]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 916536
FR 2301535

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 3 090 702 A1 (SAFRAN [FR]) 26 juin 2020 (2020-06-26) * figures 1,5 * * revendication 1 * * alinéas [0006], [0021], [0029] - [0033], [0046] - [0048] * -----	1-11	B29B11/16 B29C70/24 D03D1/00 F01D25/24 B29C70/32
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B29B D03D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 août 2023		Jouannon, Fabien	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2301535 FA 916536

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **22-08-2023**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

FR 3090702	A1	26-06-2020	CN	113227477	A	06-08-2021
			EP	3899120	A1	27-10-2021
			FR	3090702	A1	26-06-2020
			US	2022065112	A1	03-03-2022
			WO	2020128191	A1	25-06-2020