

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 09.11.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 16.05.25 Bulletin 25/20.

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) : GABILLON Martin, Victor, César,
CHARLEUX François, VOGEL Thibaut, POUGIS
Arnaud et BATONNET Baptiste, René, Roger.

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

74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 Procédé de fabrication d'une virole de carter intermédiaire avec des propriétés localement optimisées.

57 Procédé de fabrication d'une virole de carter intermédiaire avec des propriétés localement optimisées

Un procédé de fabrication d'une virole externe de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux en matériau composite comprend :

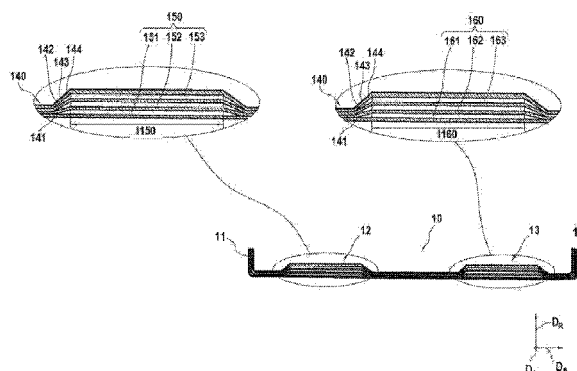
- la réalisation par tissage tridimensionnel ou multicouche d'une texture fibreuse (140) sous forme d'une bande,

- l'enroulement de la texture fibreuse (140) en plusieurs couches superposées (141, 142, 143, 144) sur un mandrin (200) de profil correspondant à celui de la virole externe à fabriquer, afin d'obtenir une préforme fibreuse de forme correspondant à celle de la virole externe à fabriquer,

- la densification de la préforme fibreuse par une matrice.

Lors de l'enroulement de la texture fibreuse (140) sur le mandrin, une bande textile (150) est placée au moins entre un ou plusieurs tours adjacents de la texture fibreuse, la bande textile (150) présentant une structure différente d'un tissage tridimensionnel et ayant une largeur inférieure à la largeur de la texture fibreuse (140) suivant une direction axiale (DA).

Figure pour l'abrégé : Fig. 2.



Description

Titre de l'invention : Procédé de fabrication d'une virole de carter intermédiaire avec des propriétés localement optimisées

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne la fabrication d'une virole externe de carter intermédiaire présent en aval d'un carter de soufflante d'un turboréacteur à double flux.

Technique antérieure

[0002] Un turboréacteur à double flux comprend une soufflante qui est normalement située à l'avant du turboréacteur. Elle délivre alors un flux d'air divisé en un flux primaire et un flux secondaire annulaire autour du flux primaire. Le flux primaire est guidé vers un compresseur, une chambre de combustion, une turbine entraînant le compresseur et la soufflante, et éjecté, avec les gaz de combustion, à travers une tuyère d'échappement afin de produire une poussée de réaction. Le flux secondaire est redressé en aval de la soufflante et éjecté sensiblement dans la même direction. Ainsi, la majorité de la poussée est due au flux secondaire d'air frais impulsé par la soufflante, une moindre partie provenant du flux primaire avec les gaz de combustion chauds.

Dans la description qui suit les termes "amont" et "aval" sont définis par rapport au sens de circulation normal de l'air à travers la soufflante, et les termes "intérieur" et "extérieur" indiquent la région à l'intérieur et à l'extérieur du carter de soufflante, respectivement. On entend comme « taux de dilution » le rapport entre les débits massiques du flux secondaire et primaire. Sauf à très hautes vitesses, notamment supersoniques, le rendement propulsif d'un turboréacteur à double flux augmente avec ledit taux de dilution. L'augmentation du taux de dilution constitue donc une voie indiquée pour réduire la consommation énergétique des turboréacteurs à double flux, et en réduire en conséquence tant les frais d'exploitation que les émissions de gaz polluants et à effet de serre. Un taux de dilution élevé présente aussi des avantages additionnels, tels qu'un moindre impact sonore.

Toutefois, pour augmenter le taux de dilution il est normalement nécessaire d'augmenter aussi le diamètre de la soufflante. Ceci présente toutefois plusieurs inconvénients, dont notamment une augmentation de la masse et de la traînée du carter et de la nacelle qui entourent les aubes de la soufflante.

[0003] Les turboréacteurs existants de conception à double flux comportent généralement un carter de soufflante prolongé vers l'aval par un carter intermédiaire. Le carter intermédiaire comprend un noyau ou moyeu supportant les arbres reliant les différents rotors, une virole externe dite « virole de carter intermédiaire » ou « VCI », ainsi qu'une pluralité d'aubes de guidage (ou bras de liaison) radiales entre le moyeu et

la virole externe.

- [0004] Précédemment réalisés en matériau métallique, les carters de soufflante, sont maintenant réalisés en matériau composite, c'est-à-dire à partir d'une préforme fibreuse densifiée par une matrice organique, ce qui permet de réaliser des pièces ayant une masse globale moins élevée que ces mêmes pièces lorsqu'elles sont réalisées en matériau métallique tout en présentant une résistance mécanique au moins équivalente sinon supérieure.
- [0005] La fabrication d'un carter de soufflante en matériau composite à matrice organique est notamment décrite dans le document US 8 322 971, le carter de soufflante étant formé à partir d'un renfort fibreux obtenu par enroulement d'une texture fibreuse tissée 3D densifié par une matrice organique.
- [0006] Il peut être envisagé de fabriquer également la virole externe de carter intermédiaire en matériau composite afin d'alléger encore l'ensemble de soufflante.
- [0007] Cependant, afin d'assurer un gain de masse significatif, la virole de carter intermédiaire doit être relativement mince. Elle présente alors une résistance moindre vis-à-vis des impacts perforants ou non perforants. La virole présente en outre une sensibilité vis-à-vis des sollicitations vibratoires qui peut être problématique pour le comportement dynamique du carter intermédiaire.
- [0008] Il existe, par conséquent, un besoin pour une solution permettant d'optimiser localement les propriétés mécaniques d'une virole externe de carter intermédiaire en matériau composite comprenant un renfort fibreux en tissé 3D tout en minimisant la masse et/ou le coût de fabrication de la pièce.

Exposé de l'invention

- [0009] A cet effet, l'invention propose un procédé d'une virole externe de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux, comprenant:
- la réalisation par tissage tridimensionnel entre une pluralité de fils ou torons de chaîne et une pluralité de fils ou torons de trame d'une texture fibreuse à épaisseur évolutive sous forme d'une bande,
- [0010] - l'enroulement de la texture fibreuse sur plusieurs tours superposés sur un mandrin de profil correspondant à celui de la virole externe de carter intermédiaire à fabriquer afin d'obtenir une préforme fibreuse de forme de révolution correspondant à celle de la virole externe de carter intermédiaire à fabriquer et s'étendant en largeur suivant une direction axiale et en épaisseur suivant une direction radiale,
- [0011] - la densification de la préforme fibreuse par une matrice,
- caractérisé en ce que, lors de l'enroulement de la texture fibreuse sur le mandrin, au moins une bande textile est placée au moins entre un ou plusieurs tours adjacents de la texture fibreuse, sur la face interne du premier tour d'enroulement de la texture

fibreuse, ou sur la surface externe de la texture fibreuse, chaque bande textile présentant une structure différente d'un tissage tridimensionnel, chaque bande textile ayant une largeur inférieure à la largeur de la texture fibreuse suivant la direction axiale.

- [0012] Le procédé selon l'invention permet d'optimiser localement des propriétés mécaniques dans la virole externe de carter intermédiaire, et ce sans augmenter significativement la masse globale de la virole à l'utilisation d'une ou plusieurs bandes textiles ajoutées avec la texture fibreuse en tissé 3D destinées à former le renfort fibreux de la pièce. Le coût et/ou le temps de fabrication de la virole externe optimisée localement sont en outre bien maîtrisés car l'optimisation locale des propriétés mécaniques de la virole s'intègre parfaitement dans le procédé de fabrication habituellement utilisé. En effet, on ajoute seulement une ou plusieurs bandes textiles à la texture fibreuse en tissé 3D lors de la formation de la préforme fibreuse, ce qui entraîne que très peu de modifications du procédé de fabrication habituel.
- [0013] Selon une caractéristique particulière du procédé de l'invention, la largeur de ladite au moins une bande textile suivant la direction axiale est comprise entre 2% et 50% du diamètre interne de la préforme fibreuse.
- [0014] Le procédé de l'invention permet de conférer ou d'optimiser localement des propriétés mécaniques différentes notamment en fonction de l'architecture et de la nature des fibres utilisées dans la bande textile.
- [0015] Selon un premier aspect de l'invention, ladite au moins une bande textile est formée avec des fibres ayant un allongement à rupture supérieure ou égale à 1,7 %.
- [0016] Selon un deuxième aspect de l'invention, ladite au moins une bande textile est constituée d'une ou plusieurs couches ou plis unidirectionnels, bidimensionnelles, de nappes multiaxiales ou de tresses plates. Ladite au moins une bande textile peut être notamment constituée d'une ou plusieurs couches bidimensionnelles présentant une armure de tissage de type satin.
- [0017] Selon un troisième aspect de l'invention, la largeur de ladite au moins une bande textile suivant la direction axiale correspond à 10% de la largeur de la préforme fibreuse.
- [0018] Selon un quatrième aspect de l'invention, ladite au moins une bande textile est formée avec des fibres présentant un module d'Young compris entre 350 GPa à 500 GPa. Ladite au moins une bande textile peut être constituée d'une ou plusieurs couches ou plis unidirectionnels, bidimensionnelles ou de nappes multiaxiales (NCF), les fibres de la bande textile étant orientés suivant une ou plusieurs directions différentes de la direction des fils ou torons de chaîne et/ou de la direction des fils ou torons de trame de la texture fibreuse. Les fibres présentes dans ladite au moins une bande textile peuvent être notamment orientées suivant un angle de $\pm 45^\circ$ par rapport à la direction des fils

ou torons de chaîne et/ou de trame de la texture fibreuse. La largeur de ladite au moins une bande textile suivant la direction axiale peut correspondre à 15% de la largeur de la préforme fibreuse.

- [0019] Selon une autre caractéristique particulière du procédé de l'invention, lors de l'enroulement de la texture fibreuse sur le mandrin, des première et deuxième bandes textiles sont placées au moins entre un ou plusieurs tours adjacents de la texture fibreuse, sur la face interne du premier tour d'enroulement de la texture fibreuse, ou sur la surface externe de la texture fibreuse, les première et deuxième bandes textiles étant décalées l'une de l'autre suivant la direction axiale dans la préforme fibreuse.
- [0020] L'invention concerne également une virole de carter intermédiaire en un matériau composite fabriqué conformément au procédé de fabrication d'une pièce de révolution en matériau composite de l'invention.
- [0021] L'invention concerne en outre un carter intermédiaire de turboréacteur à double flux comprenant un noyau, une virole externe de carter intermédiaire selon l'invention et une pluralité d'aubes de guidage radiales s'étendant entre ledit moyeu et ladite virole externe de carter intermédiaire.
- [0022] L'invention concerne encore un moteur aéronautique à turbine à gaz ayant un carter intermédiaire selon l'invention.

Breve description des dessins

- [0023] [Fig.1] La [Fig.1] est une section longitudinale schématique d'un turboréacteur à double flux équipé d'une virole externe de carter intermédiaire en matériau composite conformément à un mode de réalisation de l'invention,
- [0024] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue en coupe de la virole externe de carter intermédiaire du turboréacteur de la [Fig.1],
- [0025] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue schématique en perspective d'un métier à tisser montrant le tissage d'une texture fibreuse utilisée pour la formation du renfort fibreux de la virole externe de carter intermédiaire des figures 1 et 2,
- [0026] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue en perspective montrant la mise en forme d'une texture fibreuse et de deux bandes textiles destinées à former le renfort de la virole externe de carter intermédiaire des figures 1 et 2,
- [0027] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue schématique montrant l'enroulement simultané de la structure fibreuse et de la bande textile de la [Fig.4],
- [0028] [Fig.6] La [Fig.6] est une vue en coupe montrant le profil de la préforme fibreuse obtenue après enroulement de la structure fibreuse et de la bande textile des figures 4 et 5,
- [0029] [Fig.7] La [Fig.7] est une vue schématique montrant un outillage permettant de densifier avec une matrice la préforme fibreuse de la [Fig.6].

Description des modes de réalisation

- [0030] L'invention s'applique à une virole externe de carter intermédiaire présent en aval d'un carter de soufflante d'un turboréacteur à double flux.
- [0031] Un turboréacteur 1 à double flux, comme montré très schématiquement par la [Fig.1] comprend, de l'amont vers l'aval dans le sens de l'écoulement de flux gazeux E, une soufflante 2 avec un rotor 21 d'aubes tournantes 22 entouré par un carter de soufflante 23, un carter intermédiaire 30 comprenant un moyeu interne ou noyau 31 adapté pour recevoir un arbre moteur du turboréacteur, une virole externe 10 de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux et des aubes de guidage 32 (en anglais « outlet guide vanes » ou OGV) en aval des aubes tournantes 24, une chambre de combustion 3, une turbine haute-pression 4 et une turbine basse pression 5.
- [0032] A part redresser le flux d'air en aval des aubes tournantes 22, les aubes de guidage 32 relient la virole externe 10 de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux au moyeu interne 31. Les aubes de guidage 32 relient également, via la virole externe 10, le moyeu interne 31 au carter de soufflante 23. Les extrémités extérieures des aubes de guidage 32 sont reliées à un périmètre intérieur de la virole externe 10 de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux par des organes de fixation 320 par exemple de type boulons. Une bride radiale 11 sur une face axiale de la virole 10 est plaquée contre une bride radiale 231 correspondante du carter de soufflante 23, et reliée à celle-ci par des boulons 232 traversant les deux brides 231,11.
- [0033] La [Fig.2] montre le profil (en coupe axiale) de la virole externe 10 du carter intermédiaire 30 qui est ici réalisée en matériau composite à matrice organique, c'est-à-dire à partir d'un renfort en fibres par exemple de carbone, verre, aramide ou céramique, densifié par une matrice en polymère, par exemple époxyde, bismaléimide ou polyimide.
- [0034] La virole externe 10 de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux s'étend en largeur suivant une direction axiale D_A entre ses extrémités amont et aval (de gauche à droite sur la [Fig.2]) qui sont ici munies de brides radiales externes 11, 15 à afin de permettre son montage et sa liaison avec d'autres éléments. La virole externe 10 s'étend en longueur suivant une direction circonférentielle D_C .
- [0035] Le renfort fibreux est formé par enroulement sur un mandrin d'une texture fibreuse réalisée par tissage tridimensionnel, le mandrin ayant un profil correspondant à celui du carter à réaliser. Avantagusement, le renfort fibreux constitue une préforme fibreuse tubulaire complète de la virole externe 10 formant une seule pièce.
- [0036] Conformément à l'invention, la virole externe de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux comprend au moins une portion locale de renforcement. Dans l'exemple décrit ici, la virole externe 10 de carter intermédiaire de turboréacteur à

double flux comprend une première portion locale de renforcement 12 et une deuxième portion locale de renforcement 13 présentes entre les brides 11 et 14. Toutefois, on ne sort pas du cadre de l'invention lorsque la virole externe de carter intermédiaire ne comporte qu'une seule portion locale de renforcement.

[0037] Le renfort fibreux de la virole externe 10 est constitué d'une pluralité de couches superposées 141 à 144 d'une texture fibreuse 140 sous forme d'une bande présentant un tissage tridimensionnel ou multicouche, chaque couche 141 à 144 correspondant à un tour d'enroulement de la texture fibreuse 140 (sur la [Fig.2] les couches 141 à 144 sont densifiées par une matrice). En outre, une première bande textile 150 est interposée entre deux couches adjacentes de la texture fibreuse au niveau de la première portion locale de renforcement 12, la bande textile 150 présentant une largeur l_{150} inférieure à la largeur l_{140} de la texture fibreuse 140 ([Fig.4]). De même, une deuxième bande textile 160 est interposée entre deux couches adjacentes de la texture fibreuse au niveau de la deuxième portion locale de renforcement 13, la bande textile 160 présentant une largeur l_{160} inférieure à la largeur l_{140} de la texture fibreuse 140 ([Fig.4]). Dans l'exemple décrit ici, trois couches 151 à 153 de première bande textile 150 et trois couches 161 à 163 de deuxième bande textile 160 sont interposées entre les couches superposées 141 à 144 de la texture fibreuse 140, chaque couche 151 à 153 et chaque couche 161 à 163 correspondant à un tour d'enroulement de la bande textile 150.

[0038] D'une manière générale, chaque bande textile permettant de former une portion locale de renforcement peut être interposée entre deux ou plusieurs couches de texture fibreuse superposées correspondant chacune à un tour d'enroulement de ladite texture fibreuse. Selon une variante de réalisation, chaque bande textile permettant de former une portion locale de renforcement peut être également présente sur la face interne du premier tour d'enroulement et/ou sur la face externe du dernier tour d'enroulement de la texture fibreuse du renfort fibreux.

[0039] Comme décrit ci-après en détails, en ajoutant une bande textile dans le renfort fibreux de la pièce, il est possible de conférer localement à la pièce des propriétés mécaniques particulières.

[0040] On décrit maintenant un procédé de fabrication d'une virole externe 10 de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux.

[0041] Comme représentée sur la [Fig.3], une texture fibreuse 140 est réalisée de façon connue par tissage au moyen d'un métier à tisser de type jacquard 60 sur lequel on a disposé un faisceau de fils de chaîne ou torons 70 en une pluralité de couches, les fils de chaîne étant liés par des fils ou torons de trame 80. La texture fibreuse est réalisée par tissage tridimensionnel.

[0042] 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. Un exemple de tissage tridimensionnel est le tissage dit à armure « interlock ». Par tissage « interlock », on entend ici une armure de tissage dans laquelle chaque couche de fils de chaîne lie plusieurs couches de fils de trame, avec tous les fils d'une même colonne de chaîne ayant le même mouvement dans le plan de l'armure.

- [0043] La réalisation de la texture fibreuse par tissage 3D permet d'obtenir une liaison entre les couches, donc d'avoir une bonne tenue mécanique de la structure fibreuse et de la pièce en matériau composite obtenue, en une seule opération textile.
- [0044] Comme illustrée sur les figures 3 et 4, la texture fibreuse 140 présente une forme de bande qui s'étend en longueur dans une direction X ([Fig.3]) correspondant à la direction de défilement des fils ou torons de chaîne 70 et en largeur ou transversalement dans une direction Y ([Fig.3]) correspondant à la direction des fils ou torons de trame 80. Comme expliqué ci-après, le renfort fibreux de la virole externe 10 est formé par la texture fibreuse 140 qui est mise en forme par enroulement sur elle-même. Par conséquent, dans le renfort fibreux de la virole externe, les fils ou torons de chaîne s'étendent suivant la direction circonférentielle D_C (figures 1, 2 et 6) tandis que les fils ou torons de trame s'étendent suivant la direction axiale D_A (figures 1, 2, 4 et 6).
- [0045] La structure fibreuse peut être notamment tissée à partir de fils de fibres de type carbone, céramique telle que du carbure de silicium, verre, ou encore aramide.
- [0046] Les première et deuxième bandes textiles 150, 160 sont chacune réalisée de manière indépendante. Elles présentent chacune une structure textile différente d'un tissage tridimensionnel. Chaque bande textile peut notamment mais non exclusivement être formée par une ou plusieurs couches ou plis unidirectionnels (UD), bidimensionnelles (2D) avec des fibres orientées à $0^\circ/90^\circ$ ou $+45^\circ/-45^\circ$ ou par une ou plusieurs nappes multiaxiales (« Non Crimp Fabric » en anglais ou NCF) qui est une étoffe textile qui présente généralement plusieurs couches de fibres unidirectionnelles non tissées orientées dans des directions différentes liées par un fil fin de tricotage.
- [0047] En fonction des propriétés mécaniques que l'on souhaite conférer localement, on choisit une structure textile déterminée et un ou plusieurs types de fibres.
- [0048] D'une manière générale, la largeur de chaque bande textile suivant la direction axiale D_A est comprise entre 2% et 50% de la largeur de la préforme fibreuse.
- [0049] Comme illustré sur la [Fig.4], une préforme fibreuse est formée par enroulement sur un mandrin 200 de la texture fibreuse 140 réalisée par tissage tridimensionnel, le mandrin ayant un profil correspondant à celui de la virole de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux à réaliser. Conformément à l'invention, les première et deuxième bandes textiles 150, 160 sont enroulées simultanément avec la texture fibreuse 140 à des positions décalées suivant la direction axiale D_A , les bandes 150 et

160 étant positionnées au-dessus de la première couche 141 de la texture 140 enroulée sur le mandrin 200 de manière à intercaler une couche de bande textile 150 et une couche de bande textile 160 de largeur inférieure entre deux couches adjacentes de texture fibreuse de largeur supérieure correspondant à deux tours d'enroulement de la texture fibreuse 140. Les bandes 150 et 160 sont positionnées respectivement à des emplacements sur la texture fibreuse 140 correspondant aux zones axiales des première et deuxième portions locales de renforcement 12, 13 à former dans la virole externe de carter intermédiaire.

- [0050] Avantageusement, la préforme fibreuse constitue un renfort fibreux tubulaire complet de la virole externe de carter intermédiaire formant une seule pièce avec au moins une portion dans laquelle une bande textile est ajoutée afin de former une portion locale de renforcement (dans l'exemple décrit ici deux bandes textiles formant chacune deux portions locales de renforcement).
- [0051] A cet effet, le mandrin 200 présente une surface externe 201 dont le profil correspond à la surface interne de la virole externe à réaliser. Par son enroulement sur le mandrin 200, la texture fibreuse 140 épouse le profil de celui-ci. Le mandrin 200 comporte également deux flasques 220 et 230 pour former des parties de préforme fibreuse correspondant aux brides 11 et 14 de la virole externe 10.
- [0052] Lors de la formation de la préforme fibreuse par enroulement, la texture fibreuse 140 et les bandes textiles 150 et 160 sont appelées depuis des tambours 60 et 70 respectivement sur lesquels elles sont stockées comme illustrées sur la [Fig.5].
- [0053] La [Fig.6] montre une vue en coupe de la préforme fibreuse 300 obtenue après enroulement de la texture fibreuse 140 et des bandes textiles 150 et 160 en plusieurs couches sur le mandrin 200. Le nombre de couches ou spires est fonction de l'épaisseur désirée et de l'épaisseur de la texture fibreuse. Il est de préférence au moins égal à deux. Dans l'exemple décrit ici, la préforme 300 comprend quatre couches 141 à 144 de texture fibreuse 140, trois couches 151 à 153 de bande textile 150 et trois couches 161 à 163 de bande textile 160 interposées respectivement entre les couches adjacentes 141 et 142, 142 et 143, et 143 et 144.
- [0054] On obtient une préforme fibreuse 300 avec une première partie de préforme de renforcement 31 formée par l'interposition des couches 151 à 153 de la bande textile 150 entre les couches superposées 141 à 144 de la texture fibreuse 140 et une deuxième partie de préforme de renforcement 32 formée par l'interposition des couches 161 à 163 de la bande textile 160 entre les couches superposées 141 à 144 de la texture fibreuse 140. La préforme fibreuse 300 comprend également des parties de préforme de bride 31 et 32 correspondant aux brides 11 et 14 de la virole externe 10 de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux.
- [0055] Comme indiqué ci-avant, les zones ou étendues axiales sur lesquelles on souhaite

conférer des propriétés mécaniques particulières est déterminée par la largeur l_{150} de la bande textile 150 et par la par la largeur l_{160} de la bande textile 160 (figures 4 et 6).

[0056] Lorsque l'on souhaite former une portion locale de renforcement présentant une résistance à l'impact non perforant améliorée, on utilise de préférence une bande textile comprenant des fibres ayant une haute déformation à la rupture, c'est-à-dire des fibres ayant un allongement à rupture supérieur ou égal à 1,7 % comme par exemple des fibres de carbone ayant un allongement à rupture supérieur à 2% ou des fibres de verre ayant un allongement à rupture supérieur à 5%. La bande textile peut être constituée d'une ou plusieurs couches ou plis unidirectionnels (UD), bidimensionnelles (2D), de nappes multiaxiales (NCF) ou de tresses plates. On utilise de préférence pour la bande textile des structures qui sont facilement déformables, c'est-à-dire qui ne présentent pas d'embuvage comme les couches UD ou les nappes multiaxiales. Dans le cas de couches 2D, on utilisera des armures de tissage présentant un faible embuvage comme les armures de type satin. Les fibres peuvent être orientées dans la même direction que celle des fils de chaîne et/ou de trame de la texture fibreuse 140 ou dans une direction différente.

[0057] La largeur de la bande textile a une largeur correspondant de préférence à sensiblement 10% de la largeur de la préforme suivant la direction axiale D_A .

[0058] Lorsque l'on souhaite former une portion locale de renforcement présentant une raideur améliorée, on utilise de préférence une bande textile comprenant des fibres présentant un module d'Young compris entre 350 GPa à 500 GPa comme par exemple les fibres de carbone Torayca® type M40 ou M46J commercialisées par la société Toray ou les fibres de carbone Tenax™ type UMS40 ou UMS45 commercialisées par la société Teijin. La bande textile peut être constituée d'une ou plusieurs couches ou plis unidirectionnels (UD), bidimensionnelles (2D) ou de nappes multiaxiales (NCF). Les fibres de la bande textile peuvent être orientées en fonction de la ou des directions dans laquelle ou lesquelles on souhaite améliorer ou augmenter la raideur, en particulier dans des directions différentes de la direction des fils ou torons de chaîne dans le renfort fibreux de la virole externe de carter intermédiaire, c'est-à-dire dans une direction différente de la direction circonférentielle D_C et/ou de la direction des fils ou torons de trame dans le renfort fibreux de la virole externe de carter intermédiaire, c'est-à-dire dans une direction différente de la direction axiale D_A . Les fibres de la bande textile peuvent notamment être orientées suivant un angle de 30°, 45° ou 60° par rapport à la direction des fils ou torons de chaîne et/ou de trame du renfort fibreux de la virole externe correspondant à la préforme fibreuse. Dans le cas où l'on souhaite orienter les fibres de la bande fibreuse dans une seule direction différente de celle des fils ou torons de chaîne et/ou de trame du renfort fibreux de la virole externe, il est possible d'utiliser des couches UD orientées suivant l'angle choisi. Dans le cas où l'on

souhaite orienter les fibres de la bande fibreuse dans plusieurs directions différentes de celle des fils ou torons de chaîne et/ou de trame, il est possible d'utiliser des couches 2D ou une nappe multiaxiale (NFC) (2 couches UD superposées) pour former une bande textile ayant deux directions de fibres différentes par rapport à la direction des fils ou torons de chaîne et/ou de trame du renfort fibreux de la virole externe, par exemple suivant une orientation $\pm 45^\circ$. Pour former une bande textile ayant plus de deux directions de fibres différentes par rapport à la direction des fils ou torons de chaîne et/ou de trame du renfort fibreux de la virole externe, on peut utiliser une nappe multiaxiale (n couches UD superposées), chaque couche UD de la nappe étant orientée suivant une direction ou un angle déterminé. Une orientation des fibres de la bande textile à $\pm 45^\circ$ par rapport à la direction des fils ou torons de chaîne et/ou de trame du renfort fibreux de la virole externe permet de renforcer la résistance au cisaillement/torsion de la virole externe.

- [0059] La largeur de la bande textile a une largeur correspondant de préférence à sensiblement 15% de la largeur de la préforme suivant la direction axiale D_A .
- [0060] On procède ensuite à la densification de la préforme fibreuse 300 par une matrice.
- [0061] 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.
- [0062] La matrice peut être obtenue de façon connue en soi suivant le procédé par voie liquide.
- [0063] 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.7], la préforme fibreuse 300 est ici placée entre une pluralité de secteurs 240 formant contre-moule et le mandrin 200 formant support, ces éléments présentant respectivement la forme extérieure et la forme intérieure de la virole de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux à réaliser. Ensuite, on injecte le précurseur liquide de matrice, par exemple une résine, dans tout le logement pour imprégner toute la partie fibreuse de la préforme.
- [0064] 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, une résine époxyde à hautes performances présente dans le

commerce, ou de précurseurs liquides de matrices carbone ou céramique.

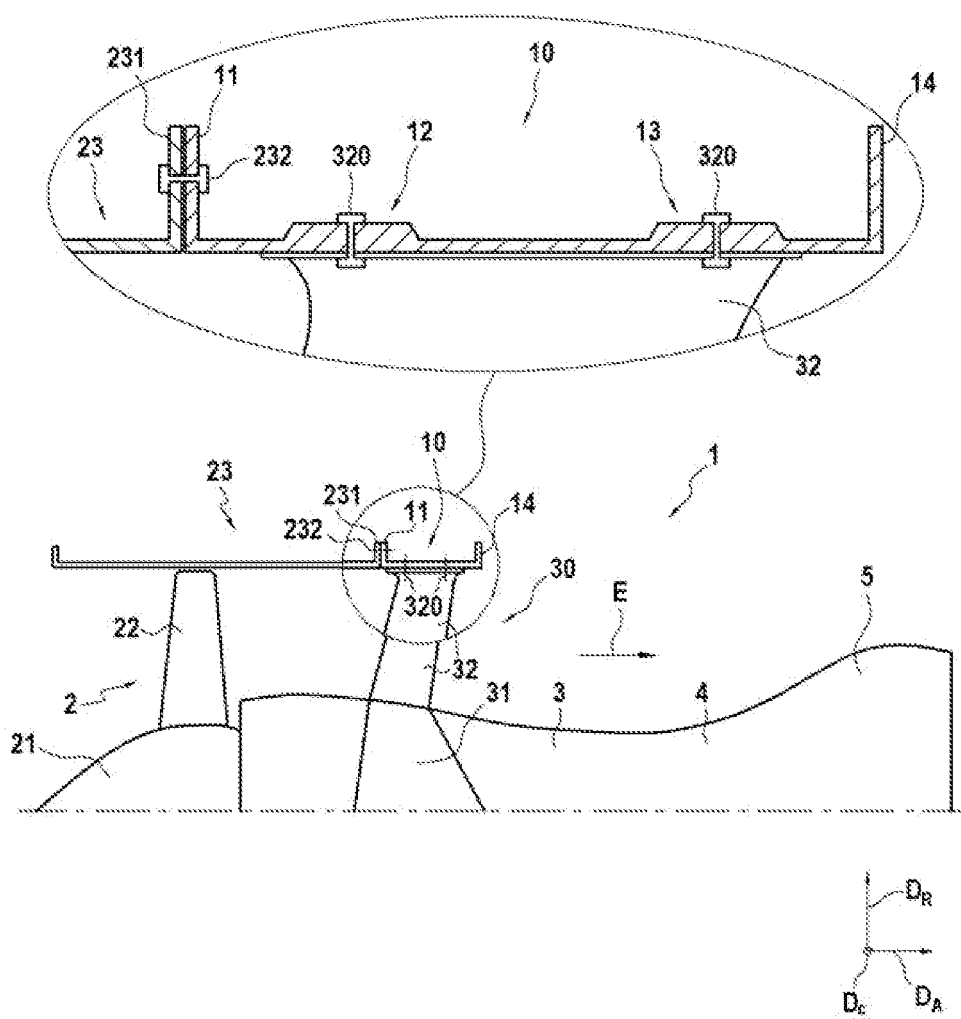
- [0065] Dans le cas de la formation d'une matrice carbone ou céramique, le traitement thermique consiste à pyrolyser le précurseur organique pour transformer la matrice organique en une matrice carbone ou céramique selon le précurseur utilisé et les conditions de pyrolyse. A titre d'exemple, des précurseurs liquides de carbone peuvent être des résines à taux de coke relativement élevé, telles que des résines phénoliques, tandis que des précurseurs liquides de céramique, notamment de SiC, peuvent être des résines de type polycarbosilane (PCS) ou polytitanocarbosilane (PTCS) ou polysilazane (PSZ). Plusieurs cycles consécutifs, depuis l'imprégnation jusqu'au traitement thermique, peuvent être réalisés pour parvenir au degré de densification souhaité.
- [0066] Selon un aspect de l'invention, 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 de la virole de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux à réaliser. Une résine thermodurcissable est injectée dans l'espace interne délimité entre le mandrin 200 et les contres-moules 240 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.
- [0067] 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.
- [0068] Après l'injection et la polymérisation, la virole externe est démoulée. Au final, la virole externe est détournée pour enlever l'excès de résine et les chanfreins sont usinés pour obtenir la virole externe 10 de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux illustrée en figures 1 et 2.
- [0069] En outre de conférer ou d'améliorer les propriétés mécaniques de la virole externe 10 de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux, les portions locales de renforcement 12 et 33 peuvent être utilisées pour la fixation des extrémités extérieures des aubes de guidage de soufflante par exemple au moyen des organes d'assemblage 320 de type boulons ([Fig.1]).

Revendications

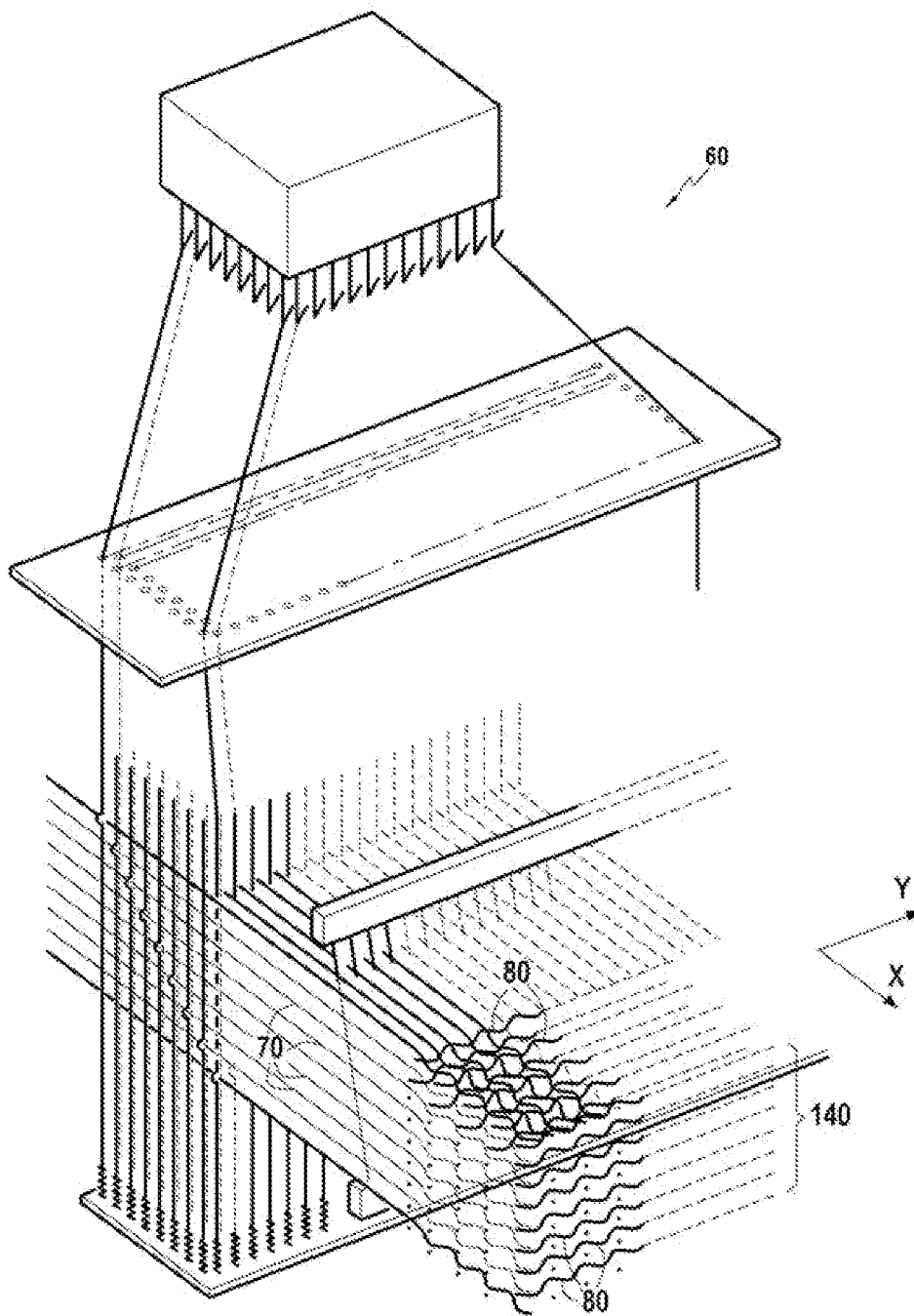
- [Revendication 1] Procédé de fabrication d'une virole externe de carter intermédiaire de turboréacteur à double flux, comprenant:
- la réalisation par tissage tridimensionnel entre une pluralité de fils ou torons de chaîne et une pluralité de fils ou torons de trame d'une texture fibreuse (140) à épaisseur évolutive sous forme d'une bande,
 - l'enroulement de la texture fibreuse (140) sur plusieurs tours superposés (141, 142, 143, 144) sur un mandrin (200) de profil correspondant à celui de la virole externe de carter intermédiaire à fabriquer afin d'obtenir une préforme fibreuse (300) de forme de révolution correspondant à celle de la virole externe de carter intermédiaire à fabriquer et s'étendant en largeur suivant une direction axiale (D_A) et en épaisseur suivant une direction radiale (D_R),
 - la densification de la préforme fibreuse (300) par une matrice, caractérisé en ce que, lors de l'enroulement de la texture fibreuse (140) sur le mandrin (200), au moins une bande textile (150) est placée au moins entre un ou plusieurs tours adjacents de la texture fibreuse, sur la face interne du premier tour d'enroulement de la texture fibreuse, ou sur la surface externe de la texture fibreuse, chaque bande textile (150) présentant une structure différente d'un tissage tridimensionnel, chaque bande textile ayant une largeur inférieure à la largeur de la texture fibreuse (140) suivant la direction axiale.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la largeur (l_{150}) de ladite au moins une bande textile (150) suivant la direction axiale est comprise entre 2% et 50% de la largeur de la préforme fibreuse (300).
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, dans lequel ladite au moins une bande textile est formée avec des fibres ayant un allongement à rupture supérieure ou égale à 1,7 %.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 2 ou 3, dans lequel ladite au moins une bande textile est constituée d'une ou plusieurs couches ou plis unidirectionnels, bidimensionnelles, de nappes multiaxiales ou de tresses plates.
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 4, dans lequel ladite au moins une bande textile est constituée d'une ou plusieurs couches bidimensionnelles présentant une armure de tissage de type satin.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans lequel la largeur (l_{150}) de ladite au moins une bande textile (150) suivant la direction axiale correspond à 10% de la largeur de la préforme fibreuse

- (300).
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication 2, dans lequel ladite au moins une bande textile est formée avec des fibres présentant un module d'Young compris entre 350 GPa à 500 GPa.
- [Revendication 8] Procédé selon la revendication 7, dans lequel ladite au moins une bande textile est constituée d'une ou plusieurs couches ou plis unidirectionnels, bidimensionnelles ou de nappes multiaxiales (NCF), les fibres de ladite au moins une bande textile étant orientées suivant une ou plusieurs directions différentes de la direction des fils ou torons de chaîne et/ou de la direction des fils ou torons de trame de la texture fibreuse.
- [Revendication 9] Procédé selon la revendication 7, dans lequel les fibres présentes dans ladite au moins une bande textile sont orientées suivant un angle de $\pm 45^\circ$ par rapport à la direction des fils ou torons de chaîne et/ou de trame de la texture fibreuse.
- [Revendication 10] Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, dans lequel la largeur (l_{150}) de ladite au moins une bande textile (150) suivant la direction axiale correspond à 15% de la largeur de la préforme fibreuse (300).
- [Revendication 11] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel, lors de l'enroulement de la texture fibreuse (140) sur le mandrin (200), des première et deuxième bandes textiles (150, 160) sont placées au moins entre un ou plusieurs tours adjacents de la texture fibreuse, sur la face interne du premier tour d'enroulement de la texture fibreuse, ou sur la surface externe de la texture fibreuse, les première et deuxième bandes textiles étant décalées l'une de l'autre suivant la direction axiale (D_A) dans la préforme fibreuse.
- [Revendication 12] Virole externe (10) de carter intermédiaire (30) de turboréacteur à double flux en matériau composite fabriquée conformément au procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.
- [Revendication 13] Carter intermédiaire (30) de turboréacteur à double flux (1) comprenant un noyau (31), une virole externe (10) de carter intermédiaire selon la revendication 12 et une pluralité d'aubes de guidage radiales (32) s'étendant entre ledit moyeu et ladite virole externe de carter intermédiaire.
- [Revendication 14] Moteur aéronautique à turbine à gaz ayant un carter intermédiaire selon la revendication 13.

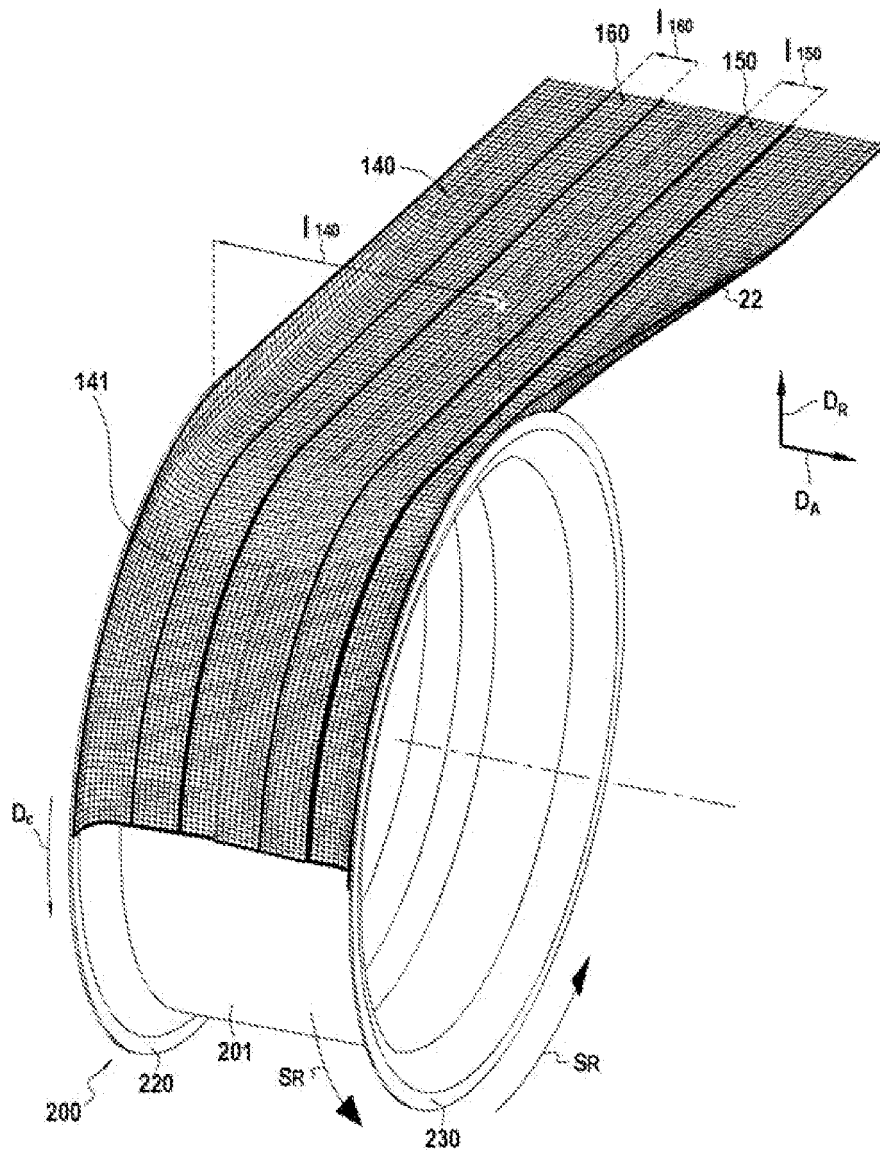
[Fig. 1]



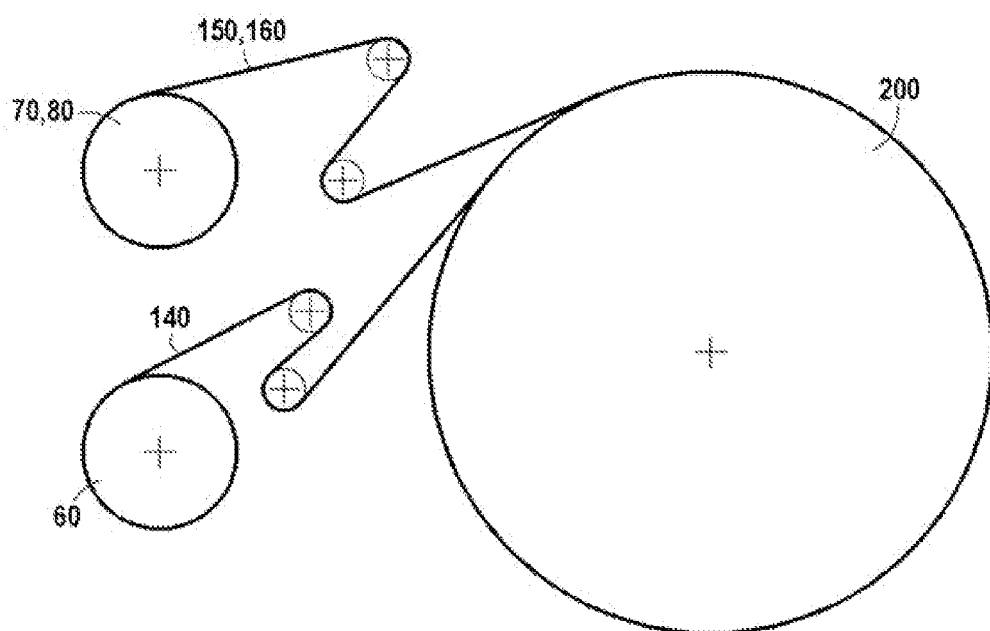
[Fig. 3]



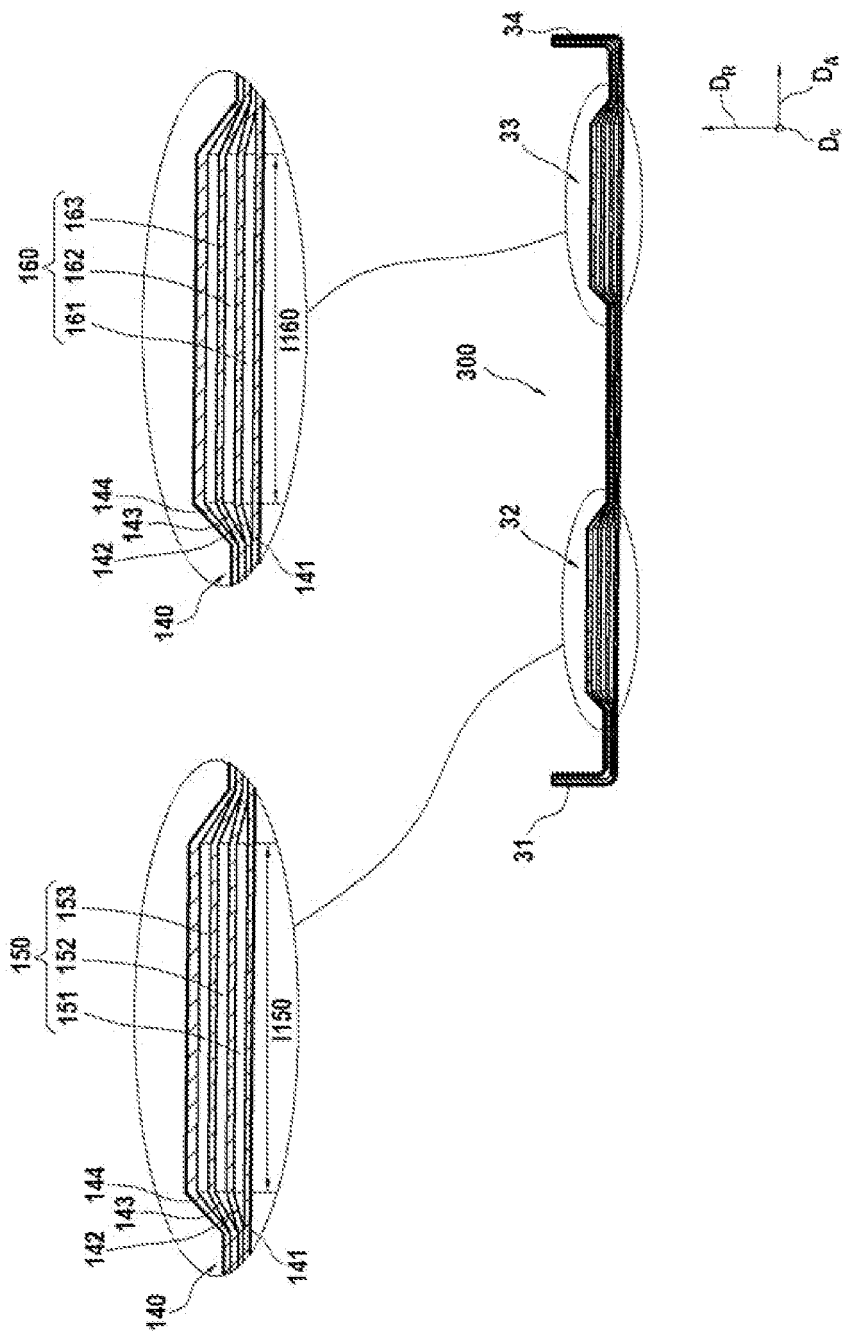
[Fig. 4]



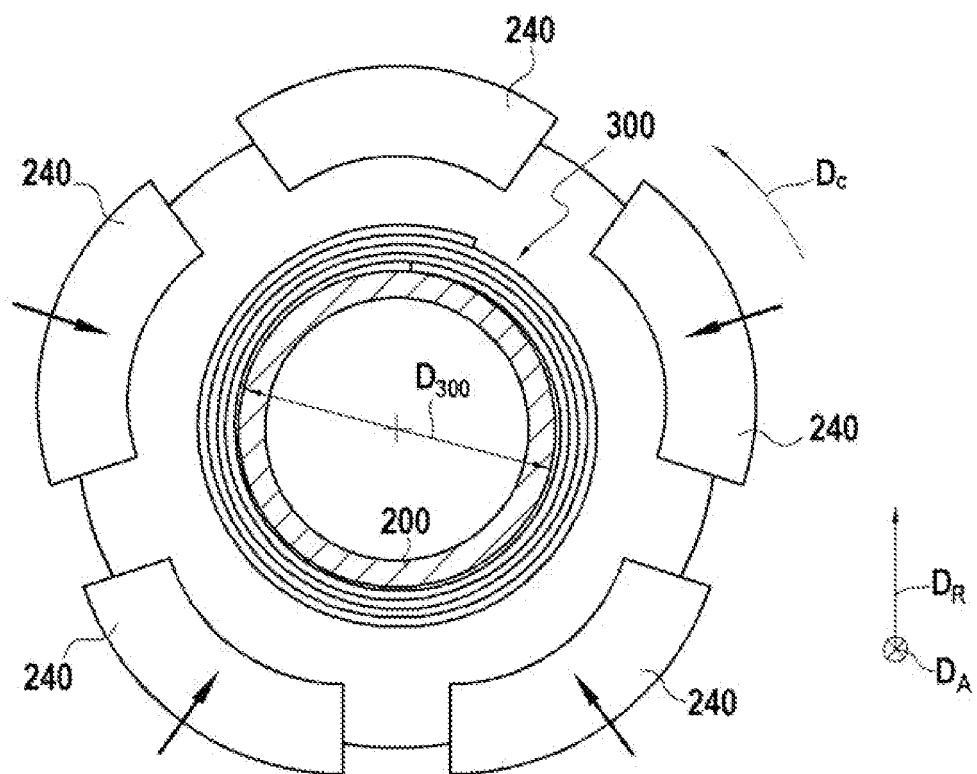
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 926016
FR 2312224

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		
Y	US 8 869 361 B2 (FEENEY CHRISTOPHER JOHN [US]; HAYSE STEVEN ROBERT [US] ET AL.) 28 octobre 2014 (2014-10-28) * abrégé; figures 1,2,3 * * colonne 4, ligne 15 - ligne 25 * * colonne 4, ligne 37 - ligne 40 * * revendications 1,12 * -----	1-14	B29B 11/16 B29C 70/24 B29C 70/32 B29C 70/88 F01D 25/24 F04D 29/52
Y	US 2017/198420 A1 (HELLOT JÉRÉMY [FR] ET AL) 13 juillet 2017 (2017-07-13) * abrégé; figures 1,2,3,4,5,6,7 * * alinéa [0002] * * alinéa [0006] - alinéa [0007] * * alinéa [0010] - alinéa [0011] * * alinéa [0027] - alinéa [0028] * * alinéa [0030] - alinéa [0032] * * alinéa [0036] - alinéa [0037] * -----	1-14	
Y	US 2021/340881 A1 (BOUROLLEAU CLÉMENT [FR] ET AL) 4 novembre 2021 (2021-11-04) * abrégé; figures 1,2,4,5,6,7 * * alinéa [0023] * * alinéa [0047] * * alinéa [0049] * * alinéa [0051] * * alinéa [0062] * * alinéa [0065] * -----	1-10, 12-14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B29C D03D F01D F02K
Y	EP 3 553 280 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 16 octobre 2019 (2019-10-16) * abrégé; figures 3,4,5,6,7 * * alinéa [0038] - alinéa [0039] * -----	3-5,7-9	
Y	FR 2 968 364 A1 (SNECMA [FR]; AIRCELLE SA [FR]) 8 juin 2012 (2012-06-08) * abrégé; figures 1,2,3 * * page 2, ligne 1 - ligne 12 * ----- - / - -	12-14	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 mai 2024		Barunovic, Robert	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
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		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	

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 926016
FR 2312224

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		
A	EP 3 511 528 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 17 juillet 2019 (2019-07-17) * abrégé; figures 2A,2B * * alinéa [0037] * -----	11	
A	FR 3 090 702 A1 (SAFRAN [FR]) 26 juin 2020 (2020-06-26) * abrégé; figures 4,5 * -----	11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 mai 2024		Barunovic, Robert	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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		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	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO.

FR 2312224 FA 926016

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 27 - 05 - 2024
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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 8869361	B2	28-10-2014	CN 104169058 A	26-11-2014
			EP 2794218 A2	29-10-2014
			JP 5677651 B1	25-02-2015
			JP 2015506290 A	02-03-2015
			US 2013160257 A1	27-06-2013
			WO 2013096213 A2	27-06-2013

US 2017198420	A1	13-07-2017	FR 3046613 A1	14-07-2017
			US 2017198420 A1	13-07-2017

US 2021340881	A1	04-11-2021	CN 112739530 A	30-04-2021
			EP 3847006 A1	14-07-2021
			FR 3085299 A1	06-03-2020
			US 2021340881 A1	04-11-2021
			WO 2020049254 A1	12-03-2020

EP 3553280	A1	16-10-2019	EP 3553280 A1	16-10-2019
			US 2020025034 A1	23-01-2020

FR 2968364	A1	08-06-2012	AUCUN	

EP 3511528	A1	17-07-2019	EP 3511528 A1	17-07-2019
			US 2019211705 A1	11-07-2019

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
