

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 12.04.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 18.10.24 Bulletin 24/42.

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 Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : DAGORN Noël.

73 Titulaire(s) : SAFRAN Société anonyme.

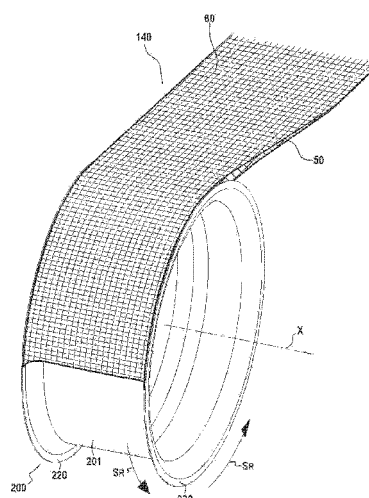
74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 Pièce de révolution en matériau composite à résistance au délaminage améliorée.

57 Pièce de révolution en matériau composite à résistance au délaminage améliorée

Un procédé de fabrication d'une pièce de révolution en matériau composite (100) comprend :- la réalisation d'une préforme fibreuse sur un mandrin (200) ayant un profil correspondant à celui de la pièce à fabriquer, et - la densification de la préforme fibreuse par une matrice. La réalisation de la préforme fibreuse comprend la formation d'une ébauche fibreuse (140) sous forme de bande comprenant une couche structurale (50) présentant un tissage tridimensionnel et une texture fibreuse d'interface (60) comprenant des fibres de polyamide ou de verre, la couche fibreuse d'interface présentant une épaisseur inférieure à 1 mm et un taux surfacique de fibres de polyamide ou de verre inférieur à 90%, l'ébauche fibreuse étant mise en forme sur le mandrin, ladite couche fibreuse d'interface s'étendant au moins sur un tour complet autour du mandrin (200).

Figure pour l'abrégé : Fig. 7.



Description

Titre de l'invention : Pièce de révolution en matériau composite à résistance au délaminage améliorée

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général de la fabrication de pièces de révolution en matériau composite pour ensemble propulsif telles que des carters de soufflante de turbine à gaz, entrées d'air ou capots de nacelle pour moteurs aéronautiques.

Technique antérieure

[0002] Dans un moteur aéronautique à turbine à gaz, le carter de soufflante remplit plusieurs fonctions. Il définit la veine d'entrée d'air dans le moteur, supporte un matériau abradable en regard des sommets d'aubes de la soufflante, supporte une structure éventuelle d'absorption d'ondes sonores pour le traitement acoustique en entrée du moteur et incorpore ou supporte un bouclier de rétention. Le bouclier de rétention constitue un piège à débris retenant les débris, tels que des objets ingérés ou des fragments d'aubes endommagées, projetés par centrifugation, afin d'éviter qu'ils traversent le carter et atteignent d'autres parties de l'aéronef.

[0003] Précédemment réalisés en matériau métallique, les carters, comme le carter 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.

[0004] La fabrication d'un carter de soufflante en matériau composite à matrice organique est notamment décrite dans le document US 8 322 971. Dans le carter divulgué dans le document US 8 322 971, le bouclier de rétention est constitué par une portion de sur-épaisseur obtenue au niveau du renfort fibreux du carter qui présente une épaisseur évolutive. Le renfort fibreux est obtenu par enroulement d'une texture fibreuse tissée 3D qui présente une portion de surépaisseur apte à former un bouclier de rétention.

[0005] Cependant, si une texture tissée 3D présente intrinsèquement une meilleure tenue à l'impact, les interfaces présentes entre les tours adjacents de la texture tissée 3D peuvent constituer des zones de faiblesse face à un impact. Il en est de même pour une entrée d'air ou un capot de nacelle d'un ensemble propulsif.

Exposé de l'invention

[0006] Il est donc souhaitable de pouvoir disposer d'une pièce de révolution en matériau composite pour ensemble propulsif présentant une ténacité accrue au niveau des in-

terfaces entre les tours adjacents du renfort fibreux de la pièce de révolution afin d'augmenter sa tolérance à l'impact.

[0007] A cet effet, selon l'invention, il est proposé un procédé de fabrication d'une pièce de révolution en matériau composite pour ensemble propulsif comprenant :

- la réalisation d'une préforme fibreuse sur un mandrin ayant un profil correspondant à celui de la pièce à fabriquer, et

- la densification de la préforme fibreuse par une matrice, caractérisé en ce que la réalisation de la préforme fibreuse comprend la formation d'une ébauche fibreuse sous forme de bande comprenant une couche structurale présentant un tissage tridimensionnel et une texture fibreuse d'interface comprenant des fibres de polyamide ou de verre, la texture fibreuse d'interface présentant une épaisseur inférieure à 1 mm et un taux surfacique de fibres de polyamide ou de verre inférieur à 90%, l'ébauche fibreuse étant mise en forme sur le mandrin, ladite texture fibreuse d'interface s'étendant au moins sur un tour complet autour du mandrin.

[0008] Le procédé de l'invention permet ainsi d'obtenir une pièce en matériau composite ayant une ténacité améliorée au niveau des interfaces de liaison entre les tours adjacents de la couche structurale. La pièce en matériau composite ainsi obtenue présente une capacité de rétention accrue. L'ajout d'une texture fibreuse d'interface en fibres de polyamide ou de verre permet en effet de renforcer l'interface de liaison et de dissiper d'avantage d'énergie lors d'un impact. Un matériau plus souple (fibre de verre ou de polyamide) que le carbone présent dans la texture fibreuse tridimensionnel, a pour effet de faire bifurquer et d'arrêter les fissures existantes. L'arrêt de fissure nécessite un réamorçage et donc d'avantage d'énergie. Les bifurcations locales de fissures, augmentent le trajet de fissure et donc l'énergie dissipée. Cette texture fibreuse d'interface permet de démultiplier les fissures et donc de dissiper d'avantage d'énergie dans l'épaisseur pour une surface donnée. La couche structurale assure quant à elle la cohésion et la résistance mécaniques de la pièce.

[0009] Il est ainsi possible de fabriquer des pièces de révolution en matériau composite ayant une très bonne capacité de rétention sans nécessiter une augmentation d'épaisseur trop importante, les pièces présentant une masse globale inférieure à celle des pièces en matériau composite de l'art antérieur.

[0010] Selon un aspect du procédé de l'invention, la texture fibreuse d'interface est choisie parmi au moins une des textures suivantes : tissé bidimensionnel, tricot, feutre, voile, tresse et mat.

[0011] Selon un autre aspect du procédé de l'invention, la texture fibreuse d'interface présente un taux surfacique de fibres de polyamide compris entre 50% et 70%.

[0012] Selon un autre aspect du procédé de l'invention, l'ébauche fibreuse est enroulée sur n tours sur le mandrin, la texture fibreuse d'interface s'étendant sur n-1 tours autour du

mandrin. Cela permet d'interposer une texture fibreuse d'interface entre tous les tours adjacents de la préforme et, par conséquent, du renfort fibreux.

- [0013] L'invention a également pour objet une pièce de révolution en matériau composite pour ensemble propulsif comprenant un renfort fibreux, ledit renfort fibreux étant densifié par une matrice, caractérisée en ce que le renfort fibreux comprend dans le sens de l'épaisseur au moins deux couches superposées présentant un tissage tridimensionnel et une texture fibreuse d'interface présente à l'interface entre lesdites au moins deux couches superposées, la texture fibreuse d'interface comprenant des fibres de polyamide ou de verre, ladite texture fibreuse d'interface présentant en outre une épaisseur inférieure à 1 mm et un taux surfacique de fibres de polyamide ou de verre inférieur à 90%.
- [0014] Comme expliqué ci-avant, la pièce en matériau composite de l'invention présente une résistance accrue à l'impact par rapport aux pièces en matériau composite de l'art antérieur.
- [0015] Selon un aspect de la pièce de l'invention, la texture fibreuse d'interface est choisie parmi au moins une des textures suivantes : tissé bidimensionnel, tricot, feutre, voile, tresse et mat.
- [0016] Selon un autre aspect de la pièce de l'invention, la texture fibreuse d'interface présente un taux surfacique de fibres de polyamide ou de verre compris entre 50% et 70%.
- [0017] Selon un autre aspect de la pièce de l'invention, celle-ci correspond à un carter comprenant une virole comportant une portion de surépaisseur formant une zone de rétention, la virole comportant en outre à ses extrémités axiales une bride.

Brève description des dessins

- [0018] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue en perspective et en coupe partielle d'un moteur aéronautique équipé d'un carter de soufflante en matériau composite conformément à un mode de réalisation de l'invention,
- [0019] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue en coupe selon le plan II-II du carter de la [Fig.1],
- [0020] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue schématique en perspective d'un métier à tisser montrant le tissage d'une structure fibreuse tridimensionnelle utilisée pour la formation du renfort fibreux du carter des figures 1 et 2,
- [0021] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue schématique en perspective d'une structure fibreuse tissée 3D,
- [0022] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue schématique en perspective d'une texture fibreuse d'interface,
- [0023] [Fig.6] La [Fig.6] est une vue schématique en perspective d'une ébauche fibreuse formée avec la structure fibreuse tissée 3D et la texture fibreuse d'interface des figures

4 et 5 conformément à un mode de réalisation de l'invention,

[0024] [Fig.7] La [Fig.7] est une vue schématique en perspective montrant la mise en forme de l'ébauche fibreuse de la [Fig.6],

[0025] [Fig.8] La [Fig.8] est une vue en coupe d'une préforme fibreuse obtenue à partir de l'ébauche fibreuse de la [Fig.6],

[0026] [Fig.9] La [Fig.9] est une vue schématique montrant un outillage de densification de la préforme de la [Fig.8].

Description des modes de réalisation

[0027] L'invention s'applique d'une manière générale à toute pièce de révolution en matériau composite pour ensemble propulsif, la pièce de révolution étant susceptible d'être exposée à des impacts. De telles pièces pour ensemble propulsif concernent notamment, mais non exclusivement des carters de soufflante de turbine à gaz, des entrées d'air de nacelle et des capots de nacelle présentes dans des moteurs aéronautiques.

[0028] L'invention sera décrite ci-après dans le cadre de son application à un carter de soufflante de moteur aéronautique à turbine à gaz.

[0029] Un tel moteur, comme montré très schématiquement par la [Fig.1] comprend, de l'amont vers l'aval dans le sens de l'écoulement de flux gazeux, une soufflante 1 disposée en entrée du moteur, un compresseur 2, une chambre de combustion 3, une turbine haute-pression 4 et une turbine basse pression 5.

[0030] Le moteur est logé à l'intérieur d'un carter comprenant plusieurs parties correspondant à différents éléments du moteur. Ainsi, la soufflante 1 est entourée par un carter de soufflante 100.

[0031] La [Fig.2] montre un profil de carter de soufflante 100 en matériau composite tel qu'il peut être obtenu par un procédé selon l'invention. La surface interne 101 du carter définit la veine d'entrée d'air. Elle peut être munie d'une couche de revêtement abrasable 102 au droit de la trajectoire des sommets d'aubes de la soufflante, une aube 13 étant partiellement montrée de façon très schématique. Le revêtement abrasable est donc disposé sur une partie seulement de la longueur (en direction axiale) du carter. Un revêtement de traitement acoustique (non représenté) peut en outre être disposé sur la surface interne 101 notamment en amont du revêtement abrasable 102.

[0032] Le carter 100 peut être muni de brides externes 104, 105 à ses extrémités amont et aval afin de permettre son montage et sa liaison avec d'autres éléments.

[0033] Le carter 100 est réalisé en matériau composite à renfort fibreux densifié par une matrice. Le renfort est en fibres par exemple de carbone, verre, aramide ou céramique et la matrice est en polymère, par exemple époxyde, bismaléimide ou polyimide, en carbone ou en céramique.

- [0034] Le renfort fibreux est formé par enroulement sur un mandrin d'une ébauche fibreuse, le mandrin ayant un profil correspondant à celui du carter à réaliser. Avantageusement, le renfort fibreux constitue une préforme fibreuse tubulaire complète du carter 100 formant une seule pièce avec des parties de renfort correspondant aux brides 104, 105.
- [0035] Conformément à l'invention, l'ébauche fibreuse est constituée d'une couche structurale et d'une texture fibreuse d'interface comprenant des fibres de polyamide ou de verre.
- [0036] La couche structurale est constituée par une structure fibreuse en forme de bande présentant un tissage tridimensionnel. Plus précisément et comme illustré sur la [Fig.3], une structure fibreuse 50 est réalisée de façon connue par tissage tridimensionnel au moyen d'un métier à tisser de type jacquard 10 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. Les fils utilisés pour le tissage de la structure fibreuse 50 sont par exemple des fils en fibres de carbone, par exemple des fibres HexTow® IM7, HexTow® AS4 ou HexTow® AS7, ou de céramique telle que du carbure de silicium, de verre, ou encore d'aramide. Le titre des fils est typiquement de 12k, 24k ou 48k. Différents types de fils peuvent être utilisés au sein d'une même préforme. La structure 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. 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.
- [0037] Comme illustrée sur les figures 3 et 4, la structure fibreuse 50 présente une forme de bande qui s'étend en longueur dans une direction X correspondant à la direction de défilement des fils ou torons de chaîne 20 et en largeur ou transversalement dans une direction Y correspondant à la direction des fils ou torons de trame 30.
- [0038] Comme illustré sur la [Fig.4], la structure fibreuse 50 présente une forme de bande ayant une épaisseur E_{50} , par exemple de 5 mm, correspondant à un tissage 3D avec entre trois et cinq couches de chaîne tissés entre elles dans le plan et dans l'épaisseur de la bande à l'aide de fils de trame. La structure fibreuse 50 s'étendant sur une largeur l_{50} définie en fonction de la largeur du carter à fabriquer, la largeur l_{50} pouvant être par exemple de 2 m, et sur une longueur L_{50} définie en fonction du diamètre du carter à fabriquer et du nombre de tours souhaité dans le renfort fibreux. A titre d'exemple, pour fabriquer un carter assimilé cylindrique de 4 m de diamètre en faisant 2 tours d'ébauche, la longueur de la structure fibreuse à tisser est de 25 m environ. La longueur peut être allongée afin d'éviter que le début et la fin de la structure fibreuse

ne se retrouvent à la même position angulaire, ce qui pourrait créer une faiblesse dans la pièce.

[0039] Dans l'exemple décrit ici, la texture fibreuse d'interface est une couche fine en fibres de polyamide. Son épaisseur, qui définit l'épaisseur de l'interface entre les couches ou tours de la couche structurale, est comprise entre 0,02 mm et 1 mm.

[0040] Concernant le taux de fibres de polyamide, ou de fibres de verre, présentes dans la couche fibreuse d'interface, on parlera ici de « taux surfacique de fibre » plutôt que de « taux volumique de fibres » étant donné la faible épaisseur de la couche d'interface. S'agissant d'une texture fibreuse d'interface en deux dimensions, on parle non plus de taux volumique de fibres mais de taux surfacique de fibres. Ce taux surfacique correspondant à la proportion de surface occupée par les fibres dans le plan de la texture d'interface, le reste de la surface étant vide avant injection et occupé par de la résine après injection.

[0041] Conformément à l'invention, la couche fibreuse d'interface présente un taux surfacique de fibres de polyamide ou de verre inférieur à 90%. En effet, la couche fibreuse d'interface doit rester suffisamment aérée pour notamment ne pas gêner le passage de la résine lors de la densification de la préforme et ne pas former un point faible privilégié dans un plan de fissuration donné qui pourrait réduire l'énergie dissipée et donc la tenue sous impact.

[0042] Le taux surfacique de fibres de polyamide ou de verre de la texture fibreuse d'interface est de préférence compris entre 50% et 70% car il permet d'optimiser encore les performances mécaniques des interfaces de liaison entre deux couches tissées.

[0043] La couche fibreuse d'interface peut présenter divers types de texture comme notamment un tissé bidimensionnel, un tricot, un feutre, un voile, une tresse ou un mat.

[0044] Dans l'exemple décrit ici, la texture fibreuse d'interface est un textile tissé bidimensionnel ou 2D. La [Fig.5] illustre une texture fibreuse d'interface 60 constituée d'un tissé 2D en forme de bande comprenant des fibres de polyamide ou de verre 61 réparties aléatoirement sur une épaisseur E_{60} inférieure à 1 mm. Dans l'exemple décrit ici, la texture fibreuse d'interface 60 présente une largeur l_{60} équivalente à la largeur l_{50} de la structure fibreuse 50 et une longueur L_{60} inférieure à la longueur L_{50} de la structure fibreuse 50 de manière à ce que seule la structure fibreuse 50 soit présente dans le dernier tour d'enroulement de l'ébauche fibreuse.

[0045] Une ébauche fibreuse 140 est ensuite réalisée en disposant la texture fibreuse d'interface 60 sur la structure fibreuse tissée 3D 50 comme illustré sur la [Fig.6]. Une étape de couture des bords d'assemblage entre la texture fibreuse d'interface 60 et la structure fibreuse 50 peut être également réalisée afin de les maintenir en position dans l'ébauche fibreuse 140. L'ébauche fibreuse 140 peut être compactée afin de réduire le

foisonnement avant son enroulement.

- [0046] Comme illustré sur la [Fig.7], une préforme fibreuse est alors formée par enroulement suivant un sens S_R sur un mandrin 200 de l'ébauche fibreuse 140 avec la structure fibreuse 50 disposée contre le mandrin 200, le mandrin ayant un profil correspondant à celui du carter à réaliser. Le mandrin 200 présente une surface externe 201 dont le profil correspond à la surface interne du carter à réaliser. Par son enroulement sur le mandrin 200, l'ébauche 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 104 et 105 du carter 100.
- [0047] La [Fig.8] montre une vue en coupe de la préforme fibreuse 300 obtenue après enroulement de l'ébauche fibreuse 140 en plusieurs couches sur le mandrin 200. Le nombre de tours ou spires est fonction de l'épaisseur désirée et de l'épaisseur de la texture fibreuse. Il est de préférence au moins égal à 2. Dans l'exemple décrit ici, la préforme 300 comprend suivant le sens de son épaisseur deux couches ou tours 51 et 52 de structure fibreuse 50 et deux couches ou tours 62 et 63 de texture fibreuse d'interface 60, la couche ou tour 62 étant interposé entre les couches ou tours adjacentes 51 et 52 tandis que la couche ou tour 63 est présent sur la périphérie externe de la préforme 300. La préforme fibreuse 300 comprend également des parties d'extrémité 320, 330 correspondant aux brides 104, 105 du carter.
- [0048] On procède ensuite à la densification de la préforme fibreuse 300 par une matrice.
- [0049] 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.
- [0050] La matrice peut être obtenue de façon connue en soi suivant le procédé par voie liquide.
- [0051] 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.9], 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 du carter 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.
- [0052] La transformation du précurseur en matrice organique, à savoir sa polymérisation, est réalisée par traitement thermique, généralement par chauffage du moule, après éli-

mination 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.

- [0053] 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.
- [0054] 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 du carter à réaliser. Une résine thermodurcissable est injectée dans l'espace interne délimité entre le mandrin 200 et les contres-moules 240.
- [0055] 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.
- [0056] Après l'injection et la polymérisation, la pièce est démoulée. Au final, la pièce est détournée pour enlever l'excès de résine et les chanfreins sont usinés pour obtenir le carter 100 illustré en figures 1 et 2. Le carter 100 en matériau composite comprend ainsi un renfort fibreux constitué dans le sens de son épaisseur de deux couches ou tours 51 et 52 de structure fibreuse 50 et deux couches ou tours 62 et 63 de texture fibreuse d'interface 60, la couche 62 étant interposée entre les couches adjacentes 51 et 52 tandis que la couche 63 est présente sur la périphérie externe du carter 100. Le nombre de tours ou spires de structure fibreuse 50 est fonction de l'épaisseur désirée et de l'épaisseur de la couche. Il est de préférence au moins égal à 2. Le nombre de tours ou spires de texture fibreuse d'interface 60 est fonction du nombre d'interfaces dans la préforme dont on souhaite renforcer la ténacité. Le carter 100 présente ainsi une plus grande résistance à la délamination par la présence d'une texture fibreuse d'interface

entre les tours de la structure fibreuse tissée 3D et, par conséquent, une plus grande capacité à retenir des débris, particules ou objets ingérés en entrée du moteur, ou provenant de l'endommagement d'aubes de la soufflante, et projetés radialement par rotation de la soufflante.

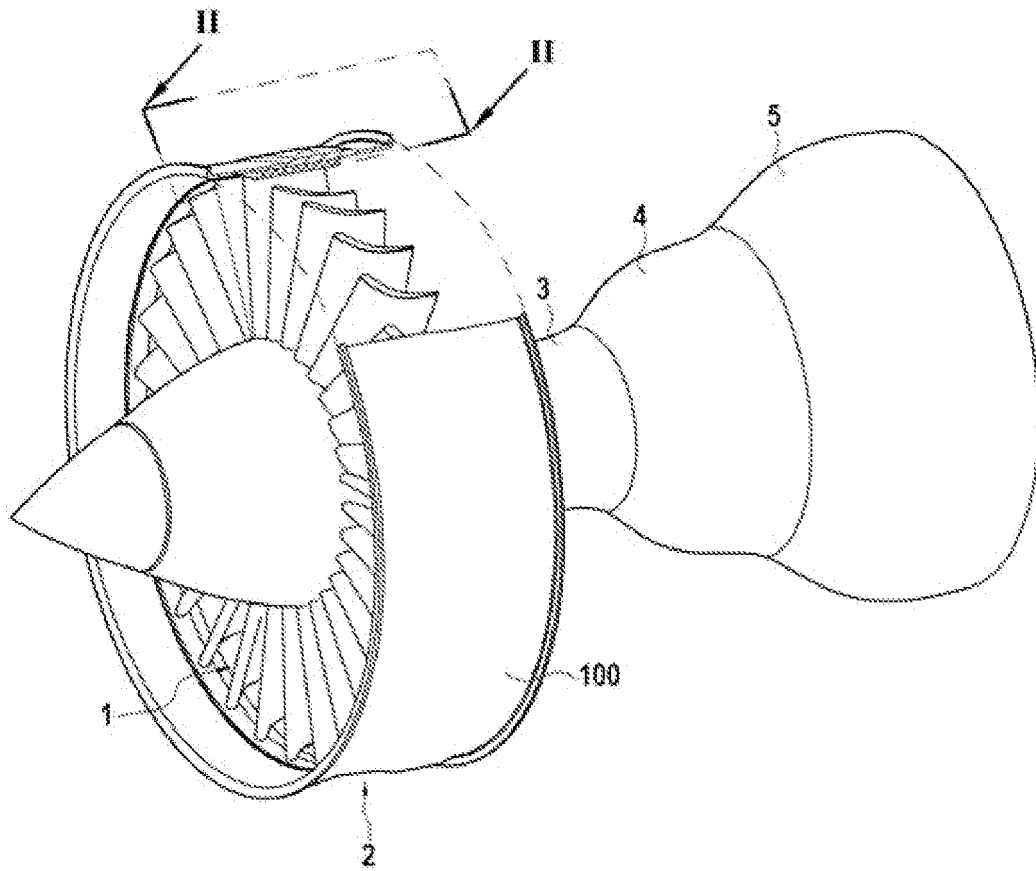
- [0057] Le procédé de fabrication décrit ci-avant en relation avec un carter de soufflante de moteur aéronautique à turbine à gaz s'applique également à la fabrication d'autres pièces de révolution en matériau composite pour ensemble propulsif telles que des entrées d'air de nacelle ou de capots de nacelle.

Revendications

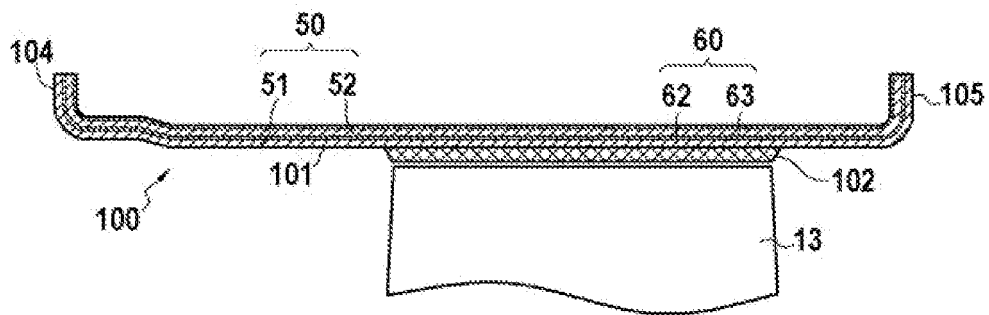
- [Revendication 1] Procédé de fabrication d'une pièce de révolution en matériau composite (100) pour ensemble propulsif comprenant :
- la réalisation d'une préforme fibreuse (300) sur un mandrin (200) ayant un profil correspondant à celui de la pièce à fabriquer, et
 - la densification de la préforme fibreuse (300) par une matrice, caractérisé en ce que la réalisation de la préforme fibreuse comprend la formation d'une ébauche fibreuse (140) sous forme de bande comprenant une couche structurale (50) présentant un tissage tridimensionnel et une texture fibreuse d'interface (60) comprenant des fibres de polyamide ou de verre, la texture fibreuse d'interface présentant une épaisseur inférieure à 1 mm et un taux surfacique de fibres de polyamide ou de verre inférieur à 90%, l'ébauche fibreuse étant mise en forme sur le mandrin (200), ladite couche fibreuse d'interface s'étendant au moins sur un tour complet autour du mandrin.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la texture fibreuse d'interface (60) est choisie parmi au moins une des textures suivantes : tissé bidimensionnel, tricot, feutre, voile, tresse et mat.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la texture fibreuse d'interface (60) présente un taux surfacique de fibres de polyamide ou de verre compris entre 50% et 70%.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'ébauche fibreuse est enroulée sur n tours sur le mandrin, la texture fibreuse d'interface (60) s'étendant sur n-1 tours autour du mandrin.
- [Revendication 5] Pièce de révolution en matériau composite (100) pour ensemble propulsif comprenant un renfort fibreux, ledit renfort fibreux étant densifié par une matrice, caractérisée en ce que le renfort fibreux comprend dans le sens de l'épaisseur au moins deux couches superposées présentant un tissage tridimensionnel et une texture fibreuse d'interface présente à l'interface entre lesdites au moins deux couches superposées, la texture fibreuse d'interface comprenant des fibres de polyamide ou de verre, ladite texture fibreuse d'interface présentant en outre une épaisseur inférieure à 1 mm et un taux surfacique de fibres de polyamide ou de verre inférieur à 90%.
- [Revendication 6] Pièce selon la revendication 5, dans laquelle la texture fibreuse d'interface correspond au moins à une des textures suivantes : tissé bidimensionnel, tricot, feutre, voile, tresse et mat.

- [Revendication 7] Pièce selon la revendication 5 ou 6, dans laquelle la texture fibreuse d'interface présente un taux surfacique de fibres de polyamide ou de verre compris entre 50% et 70%.
- [Revendication 8] Pièce selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, la pièce correspondant à un carter (100) comprenant une virole comportant une portion de surépaisseur formant une zone de rétention, la virole comportant en outre à ses extrémités axiales une bride (104, 105).

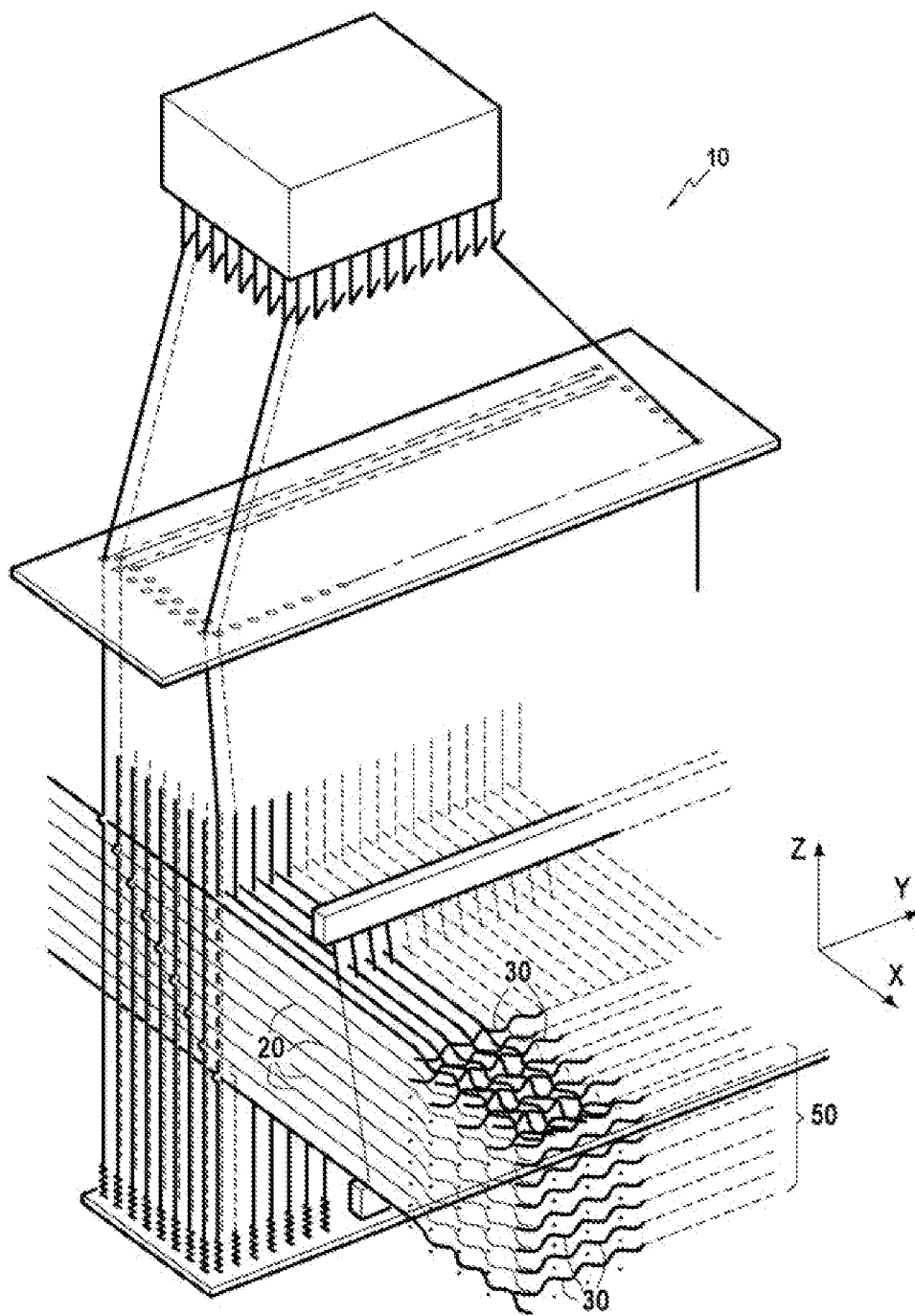
[Fig. 1]



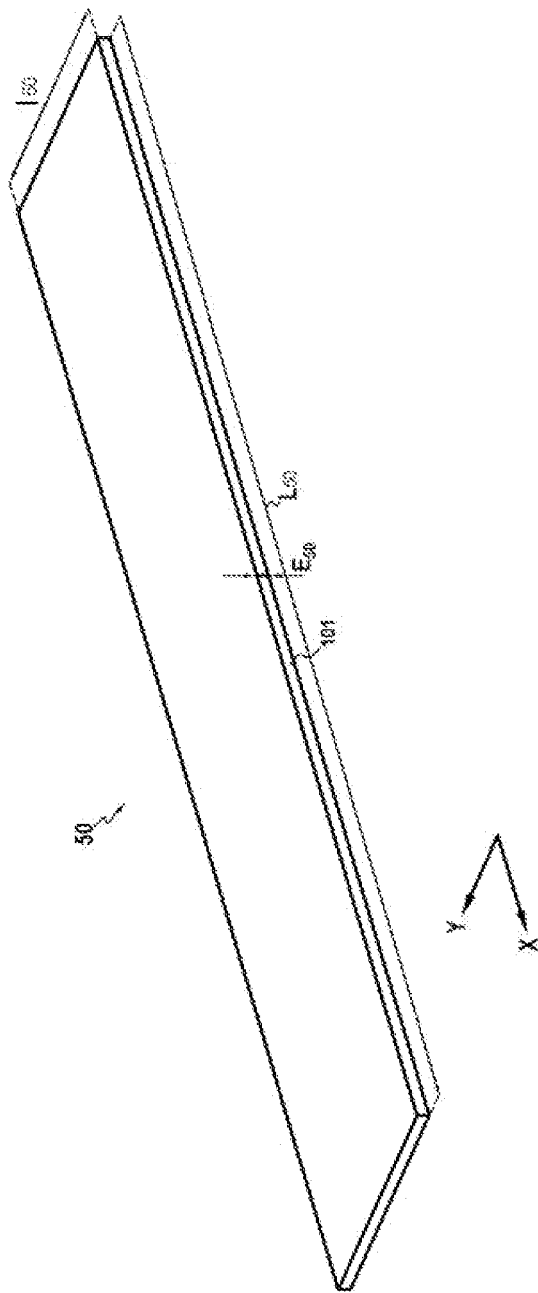
[Fig. 2]



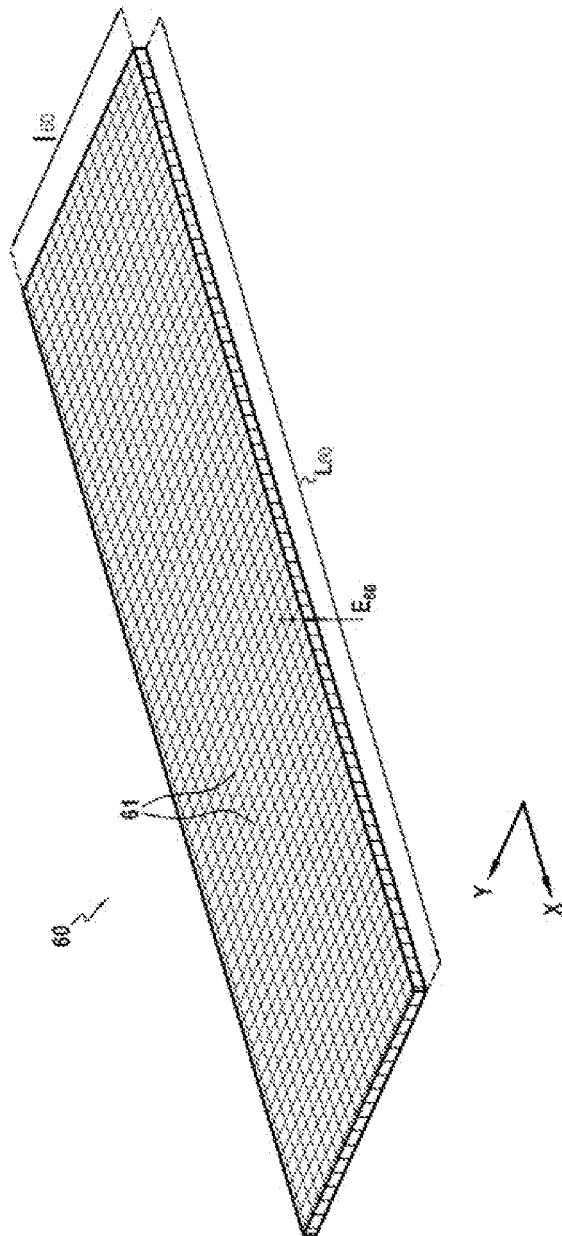
[Fig. 3]



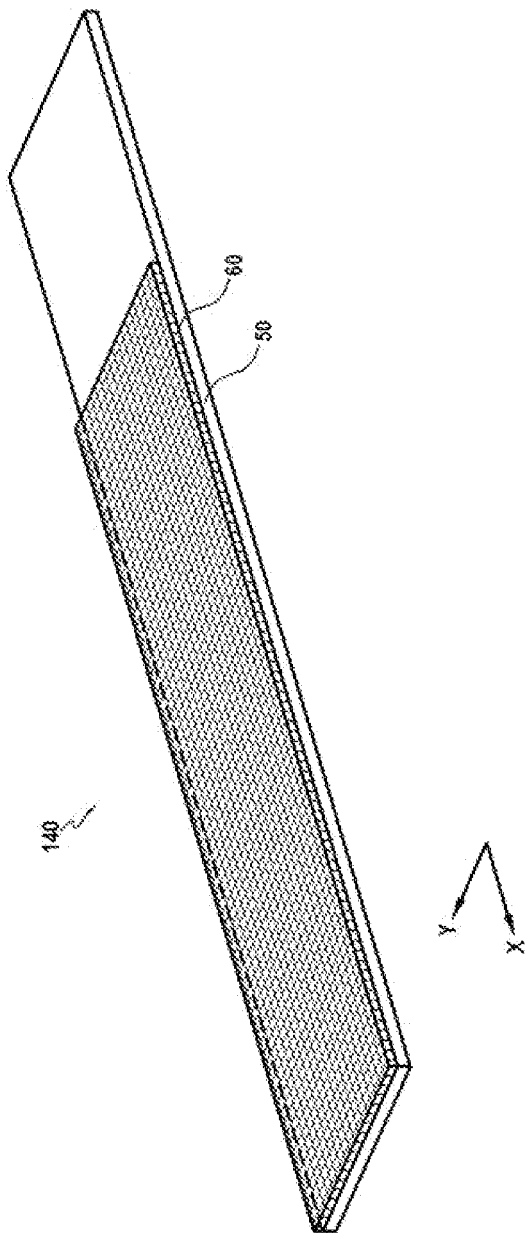
[Fig. 4]



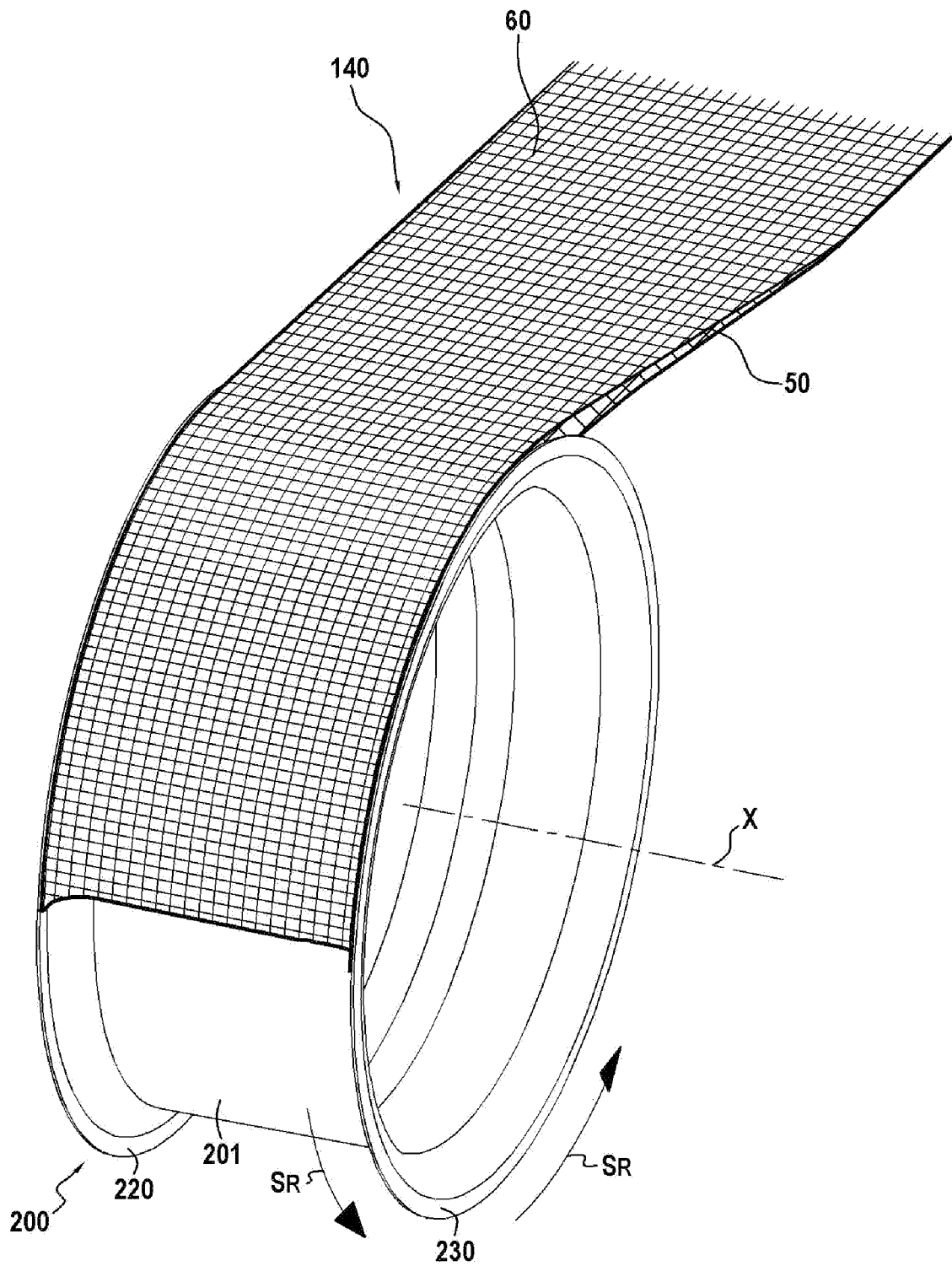
[Fig. 5]



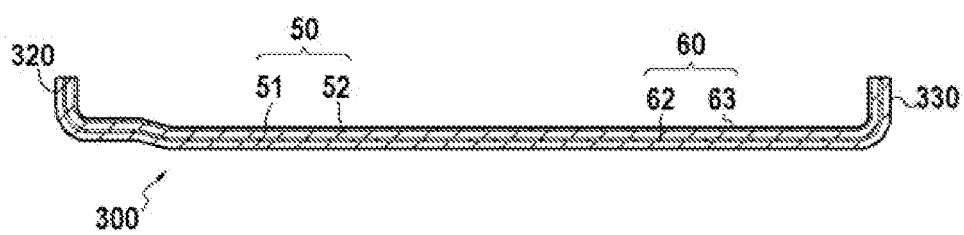
[Fig. 6]



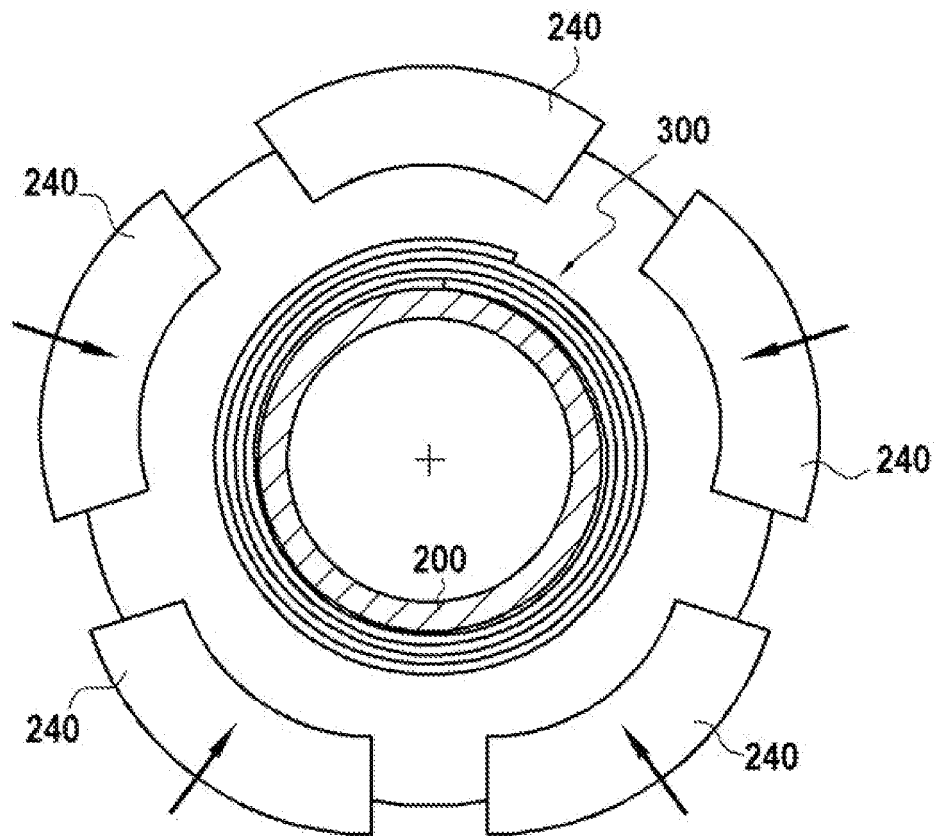
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 920583
FR 2303641

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	FR 3 097 799 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 1 janvier 2021 (2021-01-01) * alinéas [0004], [0005], [0006], [0009], [0027], [0028], [0035], [0040], [0041], [0042] * * figures 1-5 * -----	1-8	B29C 70/24 B29C 70/32 B29C 70/48 F01D 25/24
A	FR 3 123 586 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 9 décembre 2022 (2022-12-09) * alinéas [0001], [0006], [0007], [0008], [0009], [0010], [0012], [0013], [0016] * * figures 1-4,6 * -----	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B29B F04D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 décembre 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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2303641 FA 920583**

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 **18-12-2023**
 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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 3097799	A1	01-01-2021	CN	114072273 A		18-02-2022
			EP	3990263 A1		04-05-2022
			FR	3097799 A1		01-01-2021
			US	2022250338 A1		11-08-2022
			WO	2020260804 A1		30-12-2020

FR 3123586	A1	09-12-2022	FR	3123586 A1		09-12-2022
			WO	2022258917 A1		15-12-2022
