

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 110 630

21 N° d'enregistrement national : 20 05172

51 Int Cl⁸ : F 01 D 9/04 (2019.12), F 01 D 9/06, F 02 C 7/14,
F 04 D 29/58, F 02 K 3/06

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.05.20.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 26.11.21 Bulletin 21/47.

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) : PERDRIGEON Christophe Marcel
Lucien et ZACCARDI Cédric.

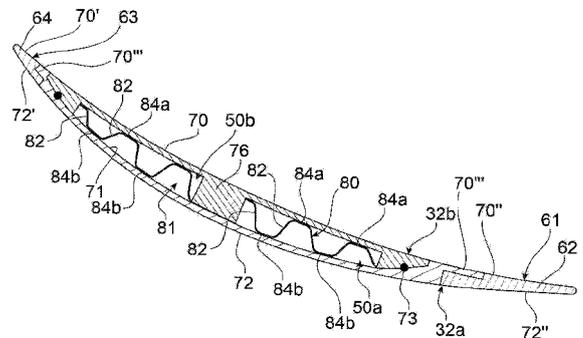
73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société
par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : BREVALEX.

54 AUBE DIRECTRICE DE SORTIE POUR TURBOMACHINE, REALISEE A PARTIR DE PLUSIEURS PIECES
ASSEMBLEES ENTRE ELLES.

57 L'invention concerne une aube directrice agencée
dans un flux d'air d'une soufflante (15) de turbomachine
d'aéronef à double flux, l'aube étant réalisée à l'aide d'un
corps d'extrados (32a) et d'un corps d'intrados (32b) entre
lesquels est agencée une matrice de conduction thermique
(80). De plus, les moyens de fixation des deux corps (32a,
32b) sont agencés en dehors de la partie aérodynamique
(32) de l'aube, et des pièces amont et aval (63, 61) formant
respectivement le bord d'attaque (64) et le bord de fuite (62)
sont montées aux extrémités des corps (32a, 32b).

Figure pour l'abrégé : Figure 3



FR 3 110 630 - A1



Description

Titre de l'invention : AUBE DIRECTRICE DE SORTIE POUR TURBOMACHINE, REALISEE A PARTIR DE PLUSIEURS PIECES ASSEMBLEES ENTRE ELLES

Domaine technique

- [0001] La présente invention se rapporte au domaine des turbomachines d'aéronef à double flux, et en particulier à la conception des aubes directrices agencées dans tout ou partie d'un flux d'air d'une soufflante de la turbomachine.
- [0002] Il s'agit de préférence d'aubes directrices de sortie, également dénommées OGV (de l'anglais « Outlet Guide Vane »), prévues pour redresser le flux d'air en sortie de la soufflante. Alternativement ou simultanément, des aubes directrices pourraient le cas échéant être placées à l'entrée de la soufflante. Les aubes directrices sont classiquement agencées dans la veine secondaire de la turbomachine.
- [0003] L'invention concerne de préférence un turboréacteur d'aéronef équipé de telles aubes directrices de sortie.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

- [0004] Sur certaines turbomachines à double flux, il est connu d'implanter des aubes directrices de sortie en aval de la soufflante pour redresser le flux qui s'échappe de celle-ci, et aussi éventuellement pour remplir une fonction structurale. Cette dernière fonction vise en effet à permettre le passage des efforts du centre de la turbomachine, vers une virole extérieure située dans le prolongement du carter de soufflante. Dans ce cas de figure, une attache moteur est classiquement agencée sur ou à proximité de cette virole extérieure, pour assurer la fixation entre la turbomachine et un mât d'accrochage de l'aéronef.
- [0005] Récemment, il a également été proposé d'affecter une fonction additionnelle aux aubes directrices de sortie. Il s'agit d'une fonction d'échangeur thermique entre l'air extérieur traversant la couronne d'aubes directrices de sortie, et du lubrifiant circulant à l'intérieur de ces aubes. Cette fonction d'échangeur thermique est par exemple connue du document US 8 616 834, ou encore du document FR 2 989 110.
- [0006] Le lubrifiant destiné à être refroidi par les aubes directrices de sortie peut provenir de différentes zones de la turbomachine. Il peut en effet s'agir d'un lubrifiant circulant à travers des enceintes de lubrification des paliers de roulement supportant les arbres moteur et/ou le moyeu de soufflante, ou encore d'un lubrifiant dédié à la lubrification des éléments de transmission mécanique de la boîte d'accessoires (de l'anglais AGB « Accessory Geared Box »). Enfin, il peut aussi servir à la lubrification d'un réducteur d'entraînement de la soufflante, lorsqu'un tel réducteur est prévu sur la turbomachine

afin de diminuer la vitesse de rotation de sa soufflante.

- [0007] Les besoins croissants en lubrifiant nécessitent d'adapter en conséquence la capacité de dissipation de chaleur, associée aux échangeurs destinés au refroidissement du lubrifiant. Le fait d'attribuer un rôle d'échangeur thermique aux aubes directrices de sortie, comme dans les solutions des deux documents cités ci-dessus, permet en particulier de diminuer, voire de supprimer les échangeurs conventionnels du type ACOC (de l'anglais « Air Cooled Oil Cooler »). Ces échangeurs ACOC étant généralement agencés dans la veine secondaire, leur diminution / suppression permet de limiter les perturbations du flux secondaire, et d'augmenter ainsi le rendement global de la turbomachine.
- [0008] Au sein du passage intérieur de refroidissement de lubrifiant, il est possible d'implanter des obstacles à la circulation du lubrifiant, tels que des plots destinés à perturber le flux et à augmenter la surface mouillée, et ce dans le but d'assurer un meilleur échange thermique.
- [0009] Cependant, la réalisation de ce type d'aube peut s'avérer difficile, voire impossible avec certaines techniques pourtant jugées intéressantes. Il s'agit par exemple de la fabrication additive, également dite impression 3D ou fabrication directe, qui peut se révéler inadaptée à la réalisation d'une seule pièce de l'aube intégrant la matrice, en particulier lorsque cette aube présente des dimensions trop importantes et/ou un réseau de plots à géométrie inadaptée à la fabrication additive.
- [0010] Pour répondre à cette problématique, il a été proposé de réaliser l'aube en plusieurs parties distinctes, de manière à faciliter sa fabrication et à limiter les pertes aérodynamiques sur le flux traversant cette aube. Une telle solution est par exemple connue du document FR 3 077 850 A1.
- [0011] Néanmoins, il subsiste un besoin d'optimisation de la conception de telles aubes, de manière à aboutir à un compromis encore meilleur en matière de performances aérodynamiques, de facilité de fabrication, et de dissociation des diverses fonctions de l'aube.

Exposé de l'invention

- [0012] Pour répondre à ce besoin, l'invention a tout d'abord pour objet une aube directrice destinée à être agencée dans tout ou partie d'un flux d'air d'une soufflante de turbomachine d'aéronef à double flux, l'aube directrice comprenant une partie aérodynamique de redressement de flux destinée à être épousée par ledit tout ou partie du flux d'air de soufflante, ladite aube étant réalisée à l'aide :
- d'un corps d'intrados définissant au moins une partie d'une surface d'intrados de la partie aérodynamique, le corps d'intrados comportant au moins un premier organe de fixation de tête destiné à la fixation de l'aube sur un élément extérieur de carter, ainsi qu'au moins un premier organe de fixation de pied destiné à la fixation de l'aube sur

un élément intérieur de carter ;

- d'un corps d'extrados définissant au moins une partie d'une surface d'extrados de la partie aérodynamique, le corps d'extrados comportant au moins un second organe de fixation de tête destiné à la fixation de l'aube sur l'élément extérieur de carter, ainsi qu'au moins un second organe de fixation de pied destiné à la fixation de l'aube sur l'élément intérieur de carter ;

- d'une matrice de conduction thermique agencée dans un espace délimité entre les corps d'intrados et d'extrados, ladite matrice étant destinée à être traversée par du lubrifiant et intégrant des obstacles à la circulation de lubrifiant ; et

- de moyens de fixation du corps d'intrados sur le corps d'extrados, ces moyens comprenant des premiers moyens de fixation agencés radialement vers l'extérieur par rapport aux premier et second organes de fixation de tête, et des seconds moyens de fixation agencés radialement vers l'intérieur par rapport aux premier et second organes de fixation de pied.

[0013] Selon l'invention, l'aube est également réalisée à l'aide d'une pièce amont formant un bord d'attaque de l'aube, rapportée fixement sur au moins l'un des corps d'intrados et d'extrados, et d'une pièce aval formant un bord de fuite de l'aube, rapportée fixement sur au moins l'un des corps d'intrados et d'extrados.

[0014] L'invention procure ainsi une solution permettant de faciliter sa fabrication, tout en présentant des performances aérodynamiques élevées, et en étant capable de dissocier les différentes fonctions de l'aube. En effet, la fabrication de l'aube est rendue aisée par la multiplicité de composants adoptée, ces composants pouvant chacun être réalisé par des techniques conventionnelles, même pour les aubes de grandes dimensions. De plus, le fait de déporter tout ou partie des moyens de fixation de ces composants en dehors de la partie aérodynamique de l'aube, évite la dégradation du flux aérodynamique traversant l'aube. Enfin, la dissociation des bords d'attaque et de fuite, par rapport aux corps d'intrados et d'extrados, constitue un degré de liberté supplémentaire dans la conception de l'aube, qui se révèle particulièrement avantageux. Effectivement, ces zones de bord d'attaque et de bord de fuite présentent un caractère déterminant dans les performances aérodynamiques globales de l'aube, de même qu'en matière de résistance mécanique globale du fait de l'exposition du bord d'attaque aux grêlons, aux oiseaux et à d'éventuels autres objets. Par conséquent, en étant dissociés du reste de l'aube, le bord d'attaque et le bord de fuite peuvent faire l'objet de choix spécifiques d'un point de vue matériau, mais également d'un point de vue aérodynamique de manière à rendre les surfaces les plus performantes au sens de la rugosité, de l'ondulation et de la forme. De plus, le bord d'attaque étant davantage sujet aux impacts et à l'érosion que les autres parties de l'aube, il est ainsi possible de le remplacer sans remplacer ces autres parties de l'aube.

- [0015] L'invention offre ainsi un compromis satisfaisant répondant de manière efficace à la problématique posée, notamment en assurant une séparation des fonctions thermique, aérodynamique et éventuellement structurale de l'aube, le tout en dissociant le bord d'attaque et le bord de fuite des autres éléments constitutifs de l'aube.
- [0016] L'invention permet par conséquent une fabrication facilitée, un coût réduit et des performances aérodynamiques accrues.
- [0017] L'invention prévoit de préférence au moins l'une quelconque des caractéristiques optionnelles suivantes, prises isolément ou en combinaison.
- [0018] De préférence, la pièce amont et la pièce aval sont chacune réalisée dans un matériau différent de celui du/des matériaux constitutifs des corps d'intrados et d'extrados, et de préférence chacune réalisée en titane ou dans un alliage de titane. Le même matériau peut être utilisé pour les deux pièces amont et aval, ou bien des matériaux différents.
- [0019] La pièce amont et la pièce aval sont chacune collée sur au moins l'un des corps d'intrados et d'extrados, et/ou fixée sur au moins l'un des corps d'intrados et d'extrados à l'aide desdits premiers et seconds moyens de fixation, de préférence en étant traversée par ces moyens. Alternativement, il pourrait être prévu d'autres moyens de fixation, de préférence en dehors de la veine, qui s'ajouteraient aux premiers et seconds moyens, et qui ne participeraient donc pas à la fixation des deux corps d'intrados et d'extrados l'un sur l'autre. Ces autres moyens de fixation pourraient être prévus seuls, ou en association avec la colle. Ces pièces amont et aval peuvent simultanément ou alternativement être brasées ou soudées aux autres pièces de l'aube.
- [0020] Selon un premier mode de réalisation préféré de l'invention, la pièce amont présente une extrémité aval formant une rupture d'épaisseur définissant une marche, la pièce amont s'étendant selon une direction d'envergure de l'aube et étant superposée à une extrémité amont de l'ensemble formé par les corps d'intrados et d'extrados, et/ou la pièce aval présente une extrémité amont formant une rupture d'épaisseur définissant une marche, la pièce aval s'étendant selon la direction d'envergure de l'aube et étant superposée à une extrémité aval de l'ensemble formé par les corps d'intrados et d'extrados.
- [0021] Selon un second mode de réalisation préféré de l'invention, la pièce amont présente une forme générale de U ou de V, dont l'une des branches du U/V forme une extrémité amont de la surface d'intrados de l'aube, et dont l'autre branche du U/V forme une extrémité amont de la surface d'extrados de l'aube, et/ou la pièce aval présente une forme générale de U ou de V, dont l'une des branches du U/V forme une extrémité aval de la surface d'intrados de l'aube, et dont l'autre branche du U/V forme une extrémité aval de la surface d'extrados de l'aube.
- [0022] Dans ce second mode de réalisation préféré, chaque branche de U/V présente préférentiellement une extrémité libre avec une rupture d'épaisseur définissant une marche

d'épaisseur réduite, la marche étant orientée vers l'intérieur de l'aube, ou vers l'extérieur de l'aube. Il est noté qu'une marche « descendante » dans le sens du flux et moins pénalisante aérodynamiquement qu'une marche « montante ».

- [0023] De préférence, le creux défini intérieurement par chaque U/V loge une extrémité de la matrice de conduction thermique. Ce type d'emboîtement permet de renforcer encore davantage la résistance mécanique de l'aube.
- [0024] De préférence, quel que soit le mode de réalisation envisagé, lesdits premiers moyens de fixation et lesdits seconds moyens de fixation comprennent des boulons traversant des orifices de passages pratiqués à travers les corps d'intrados et d'extrados. Alternativement ou simultanément, ces moyens de fixation peuvent être du type soudage, brasage, ou encore collage.
- [0025] De préférence, ladite matrice de conduction thermique comporte une gaine extérieure étanche au lubrifiant, agencée dans ledit espace délimité entre les corps d'intrados et d'extrados. Selon une alternative de réalisation, l'aube comporte un dispositif d'étanchéité au lubrifiant, agencé entre les corps d'intrados et d'extrados. Cet agencement est retenu en particulier lorsque la matrice utilisée présente un caractère perméable.
- [0026] De préférence, ledit espace logeant la matrice de conduction thermique présente une forme générale de U définissant deux passages de lubrifiant raccordés entre eux par un coude. Alternativement, l'espace pourrait définir un unique passage, ou bien deux passages destinés à être raccordés l'un à l'autre en dehors de l'aube.
- [0027] De préférence, la matrice de conduction thermique est réalisée d'une seule pièce, ou bien à l'aide plusieurs éléments de matrice distincts agencés bout-à-bout ou espacés les uns des autres.
- [0028] L'invention a également pour objet une turbomachine d'aéronef, de préférence un turboréacteur, comprenant une pluralité d'aubes directrices telle que celle décrite ci-dessus, ces aubes étant agencées en aval ou en amont d'une soufflante de la turbomachine. De plus, les premiers et seconds moyens de fixation sont agencés en dehors dudit tout ou partie de flux d'air de soufflante, délimité de préférence par au moins une paroi aérodynamique agencée entre les éléments extérieur et intérieur de carter.
- [0029] Enfin, l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'une aube telle que décrite ci-dessus, comprenant les étapes suivantes :
- réalisation des corps d'intrados et d'extrados et de ladite matrice de conduction thermique, ainsi que des pièces amont et aval formant respectivement le bord d'attaque et le bord de fuite ;
 - fixation du corps d'intrados sur le corps d'extrados, à l'aide des premiers et seconds moyens de fixation, et fixation des pièces amont et aval sur le/les corps

d'intrados/d'extrados.

- [0030] De préférence, la matrice de conduction thermique est réalisée de manière indépendante des corps d'intrados et d'extrados, et plus préférentiellement par la technique de fabrication additive.
- [0031] Alternativement, au moins une partie de la matrice de conduction thermique peut être réalisée d'un seul tenant avec au moins l'un des corps d'intrados et d'extrados. Par exemple, tous les obstacles de la matrice peuvent être réalisés d'une seule pièce avec l'un des corps d'intrados et d'extrados. Selon un autre exemple, une partie de ces obstacles peut être réalisée d'une seule pièce avec l'un des corps d'intrados et d'extrados, et les autres obstacles réalisés d'une seule pièce sur l'autre de ces deux corps.
- [0032] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

Brève description des dessins

- [0033] Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;
- [0034] [fig.1] représente une vue schématique de côté d'un turboréacteur selon l'invention ;
- [0035] [fig.2] représente une vue agrandie, plus détaillée, d'une aube directrice de sortie du turboréacteur montré sur la figure précédente, l'aube se présentant selon un premier mode de réalisation préféré de l'invention ;
- [0036] [fig.3] correspond à une vue en coupe prise le long de la ligne III-III de la figure 2 ;
- [0037] [fig.3a] est une vue similaire à celle de la figure 3, montrant une alternative de réalisation ;
- [0038] [fig.4] représente une vue en perspective d'une partie de l'aube montrée sur les figures précédentes ;
- [0039] [fig.5] représente une vue en perspective du corps d'extrados formant une partie de l'aube montrée sur les figures précédentes ;
- [0040] [fig.6] représente une vue en perspective similaire à la précédente, selon un autre angle de vue ;
- [0041] [fig.7] représente une vue en perspective du corps d'intrados formant une partie de l'aube montrée sur les figures précédentes ;
- [0042] [fig.8] représente une vue en perspective similaire à la précédente, selon un autre angle de vue ;
- [0043] [fig.9] est une vue schématique en coupe longitudinale d'une partie du turboréacteur comprenant l'aube montrée sur les figures précédentes ; et
- [0044] [fig.10] est une vue similaire à celle de la figure 9, selon une alternative de réalisation ;
- [0045] [fig.11] sur les figures précédentes ;

[0046] [fig.12] est une vue en perspective similaire à celle de la figure précédente, avec la partie amont de l'aube se trouvant sous la forme d'une alternative de réalisation ;

[0047] [fig.13] est une vue partielle en perspective d'une partie aval de l'aube montrée sur les figures précédentes ;

[0048] [fig.14] est une vue en perspective similaire à celle de la figure précédente, avec la partie aval de l'aube se trouvant sous la forme d'une alternative de réalisation ;

[0049] [fig.15] représente une vue en coupe similaire à celle de la figure 3, avec l'aube se présentant sous la forme d'un second mode de réalisation préféré de l'invention ;

[0050] [fig.16] représente une vue agrandie de la pièce amont de l'aube montrée sur la figure 15 ;

[0051] [fig.17] représente une vue agrandie de la pièce aval de l'aube montrée sur la figure 15 ;

[0052] [fig.18] présentant sous la forme d'une alternative de réalisation ; et

[0053] [fig.19] représente une vue agrandie de la pièce amont de l'aube montrée sur la figure 18.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

[0054] En référence à la figure 1, il est représenté un turboréacteur 1 à double flux et à double corps, présentant un taux de dilution élevé. Le turboréacteur 1 comporte de façon classique un générateur de gaz 2 de part et d'autre duquel sont agencés un compresseur basse pression 4 et une turbine basse pression 12, ce générateur de gaz 2 comprenant un compresseur haute pression 6, une chambre de combustion 8 et une turbine haute pression 10. Par la suite, les termes « avant » et « arrière » sont considérés selon une direction 14 opposée à la direction d'écoulement principale des gaz au sein du turboréacteur, cette direction 14 étant parallèle à l'axe longitudinal 3 de celle-ci. En revanche, les termes « amont » et « aval » sont considérés selon la direction d'écoulement principale des gaz au sein du turboréacteur.

[0055] Le compresseur basse pression 4 et la turbine basse pression 12 forment un corps basse pression, et sont reliés l'un à l'autre par un arbre basse pression 11 centré sur l'axe 3. De même, le compresseur haute pression 6 et la turbine haute pression 10 forment un corps haute pression, et sont reliés l'un à l'autre par un arbre haute pression 13 centré sur l'axe 3 et agencé autour de l'arbre basse pression 11. Les arbres sont supportés par des paliers de roulement 19, qui sont lubrifiés en étant agencés dans des enceintes d'huile. Il en est de même pour le moyeu de soufflante 17, également supporté par des paliers de roulement 19.

[0056] Le turboréacteur 1 comporte par ailleurs, à l'avant du générateur de gaz 2 et du compresseur basse pression 4, une soufflante 15 unique qui est ici agencée directement à l'arrière d'un cône d'entrée d'air du moteur. La soufflante 15 est rotative selon l'axe 3, et entourée d'un carter de soufflante 9. Sur la figure 1, elle n'est pas entraînée di-

rectement par l'arbre basse pression 11, mais seulement entraînée indirectement par cet arbre via un réducteur 20, ce qui lui permet de tourner avec une vitesse plus lente. Néanmoins, une solution à entraînement direct de la soufflante 15, par l'arbre basse pression 11, entre dans le cadre de l'invention.

- [0057] En outre, le turboréacteur 1 définit une veine primaire 16 destinée à être traversée par un flux primaire, ainsi qu'une veine secondaire 18 destinée à être traversée par un flux secondaire situé radialement vers l'extérieur par rapport au flux primaire, le flux de la soufflante étant donc divisé. Comme cela est connu de l'homme du métier, la veine secondaire 18 est délimitée radialement vers l'extérieur en partie par une virole extérieure 23, préférentiellement métallique, prolongeant vers l'arrière le carter de soufflante 9. Alternativement, une paroi aérodynamique forme la délimitation extérieure de la veine secondaire 18, comme cela sera détaillé ci-après en référence à la figure 9.
- [0058] Bien que cela n'ait pas été représenté, le turboréacteur 1 intègre un ensemble d'équipements, par exemple du type pompe à carburant, pompe hydraulique, alternateur, démarreur, actionneur stator à calage variable (VSV), actionneur de vanne de décharge, ou encore générateur électrique de puissance. Il s'agit notamment d'un équipement pour la lubrification du réducteur 20. Ces équipements sont entraînés par une boîte d'accessoires ou AGB (non représentée), qui est également lubrifiée.
- [0059] En aval de la soufflante 15, dans la veine secondaire 18, il est prévu une couronne d'aubes directrices qui sont ici des aubes directrices de sortie 24 (ou OGV, de l'anglais « Outlet Guide Vane »). Ces aubes statoriques 24 relient un élément extérieur de carter, ici la virole extérieure 23, à un élément intérieur de carter 25 agencé extérieurement par rapport à un carter 26 de compresseur basse pression 4. L'élément intérieur de carter 25 correspond ici au moyeu de carter intermédiaire, et il reçoit le pied des aubes 24. A cet égard, il est noté que la virole extérieure 23 forme la périphérie de ce carter intermédiaire, dont font également partie les aubes 24 en reliant mécaniquement ces deux éléments 23, 25. Enfin, il est noté que le moyeu de carter intermédiaire 25 est relié mécaniquement au réducteur 20, afin de constituer ensemble un chemin de passage d'efforts en direction d'une attache moteur 30 portée par la virole extérieure 23.
- [0060] Les aubes 24 sont espacées circonférentiellement les unes des autres, et permettent de redresser le flux secondaire après son passage à travers la soufflante 15. De plus, comme évoqué précédemment, ces aubes 24 peuvent également remplir une fonction structurale. Elles assurent alors le transfert des efforts provenant du réducteur 20 et des paliers de roulement 19 associés aux arbres moteur et au moyeu de soufflante, vers la virole extérieure 23 et son attache moteur 30 (destinée à relier le moteur à un mât d'accrochage).

- [0061] Enfin, les aubes directrices de sortie 24 assurent, dans les exemples de réalisation qui sont présentement décrits, une troisième fonction d'échangeur thermique entre le flux d'air secondaire traversant la couronne d'aubes, et du lubrifiant circulant à l'intérieur de ces aubes 24. Le lubrifiant destiné à être refroidi par les aubes directrices de sorties 24 est celui servant à la lubrification des paliers de roulement 19, et/ou des équipements du turboréacteur, et/ou du boîtier d'accessoires, et/ou du réducteur 20. Ces aubes 24 font ainsi partie du/des circuits fluidiques dans lesquels le lubrifiant est mis en circulation pour successivement lubrifier le/les éléments associés, puis pour être refroidi.
- [0062] En référence à présent aux figures 2 à 8, il va être décrit l'une des aubes directrices de sortie 24, selon un premier mode de réalisation préféré de l'invention. Il est noté que l'invention telle qu'elle va être décrite en référence à ces figures peut s'appliquer à toutes les aubes 24 de la couronne statorique centrée sur l'axe 3, ou bien seulement à certaines de ces aubes.
- [0063] L'aube 24 peut être d'orientation strictement radiale comme sur la figure 1, ou bien être légèrement inclinée axialement vers l'amont ou vers l'aval, comme cela est montré sur la figure 2. Dans tous les cas, elle est préférentiellement droite en vue de côté telle que montrée sur la figure 2, en s'étendant selon une direction d'envergure 27.
- [0064] L'aube directrice de sortie 24 comporte une partie aérodynamique 32 qui correspond à sa partie centrale, c'est-à-dire celle exposée au flux secondaire circulant à travers la veine secondaire 18. De part et d'autre de cette partie aérodynamique 32 servant à redresser le flux sortant de la soufflante, l'aube 24 comporte respectivement un pied 34 et une tête 36.
- [0065] Le pied 34 sert à la fixation de l'aube 24 sur l'élément intérieur de carter, tandis que la tête 36 sert à la fixation de cette même aube sur la virole extérieure prolongeant le carter de soufflante. Bien que cela n'ait pas été représenté, l'aube 24 peut comprendre au niveau de son pied et de sa tête des plateformes servant à reconstituer la veine secondaire entre les aubes 24, dans la direction circonférentielle. Alternativement, ces plateformes peuvent être des éléments rapportés entre les pieds et les têtes d'aubes, sans sortir du cadre de l'invention.
- [0066] Comme cela sera détaillé ci-après, l'aube 24 est préférentiellement fabriquée à l'aide de deux corps principaux 32a, 32b rapportés fixement l'un sur l'autre, à l'aide d'une matrice de conduction thermique 80 agencée dans un espace 81 délimité entre ces deux corps, et à l'aide de deux pièces amont et aval 63, 61 formant respectivement le bord d'attaque 64 et le bord de fuite 62 de l'aube.
- [0067] Dans ce premier mode de réalisation préféré de l'invention, la partie aérodynamique 32 est équipée de deux passages intérieurs 50a, 50b sensiblement parallèles l'un à l'autre, et parallèles à la direction d'envergure 27. Plus précisément, il s'agit d'un

premier passage intérieur 50a de refroidissement de lubrifiant, qui s'étend selon une première direction principale 52a d'écoulement du lubrifiant. Cette direction 52a est sensiblement parallèle à la direction d'envergure 27, et présente un sens allant du pied 34 vers la tête 36. De manière analogue, il est prévu un second passage intérieur 50b de refroidissement de lubrifiant, qui s'étend selon une seconde direction principale 52b d'écoulement du lubrifiant au sein de ce passage. Cette direction 52b est aussi sensiblement parallèle à la direction d'envergure 27, et présente un sens inverse allant de la tête 36 au pied 34. Le premier passage 50a est donc prévu pour être traversé radialement vers l'extérieur par le lubrifiant, tandis que le second passage 50b est prévu pour être traversé radialement vers l'intérieur. Pour assurer le passage de l'un à l'autre, à proximité de la tête 36, les extrémités radiales externes des deux passages 50a, 50b sont reliées fluidiquement par un coude 54 à 180°, ce coude 54 étant également défini par l'espace 81. Alternativement, les passages 50a, 50b ne se raccordent pas au sein de la partie aérodynamique 32 de l'aube 24, mais s'étendent chacun séparément sur toute la longueur de l'aube. Pour se raccorder fluidiquement l'un à l'autre en dehors de l'aube 24, il est par exemple prévu un coude de raccordement agencé radialement vers l'extérieur par rapport à la tête d'aube 36, par exemple en appui sur cette tête.

[0068] Les extrémités radiales internes des deux passages 50a, 50b sont quant à elles reliées au circuit de lubrifiant, schématisé par l'élément 56 sur la figure 2. Ce circuit 56 comprend notamment une pompe (non représentée), permettant d'appliquer au lubrifiant le sens de circulation désiré au sein des passages 50a, 50b, à savoir l'introduction du lubrifiant par l'extrémité radiale interne du premier passage 50a, et l'extraction du lubrifiant par l'extrémité radiale interne du second passage 50b. Des raccords 66 assurent la communication fluidique entre les extrémités radiales internes des passages 50a, 50b et le circuit 56, ces raccords 66 traversant le pied 34. Les raccords 66 traversant le pied 34 peuvent également être définis par l'espace 81.

[0069] Les deux passages 50a, 50b ainsi que le coude 54 forment ensemble l'espace 81 en forme générale de U, avec le premier passage 50a et le second passage 50b décalés l'un de l'autre selon une direction transversale 60 de l'aube sensiblement orthogonale à la direction d'envergure 27. Pour optimiser au mieux les échanges thermiques, le premier passage 50a se situe du côté d'un bord de fuite 62 de l'aube 24, tandis que le second passage 50b se situe du côté d'un bord d'attaque 64. Cependant, une situation inverse peut être retenue, sans sortir du cadre de l'invention. Il est également noté que l'invention pourrait prévoir une partie aérodynamique 32 qu'avec un unique passage intérieur de refroidissement. Dans ce cas de figure, certaines aubes seraient traversées par le lubrifiant de l'intérieur vers l'extérieur, tandis que d'autres aubes seraient traversées dans le sens inverse.

[0070] Le corps 32a de l'aube correspond à un corps d'extrados qui définit ici une majorité,

voire une très grande majorité de la surface d'extrados 72 de la partie aérodynamique 32. Seules l'extrémité amont 72' et l'extrémité aval 72'' de cette surface d'extrados 2 sont respectivement formées par la pièce amont 63 et la pièce aval 61. Ce corps d'extrados 32a définit également la partie du pied d'aube 34 située du côté de la surface d'extrados, ainsi que la partie de la tête d'aube située du côté de cette même surface d'extrados 72. A l'opposé de la surface d'extrados 72, le corps 32a délimite un renforcement 71 référencé sur la figure 6, ce renforcement logeant l'autre corps 32b correspondant à un corps d'intrados. Une fois les corps 32a, 32b assemblés, la surface intérieure du corps 32a qui délimite le renforcement 71, participe à la définition de l'espace 81 formant les deux passages intérieurs 50a, 50b.

[0071] Le corps d'intrados 32b définit ici une majorité, voire une très grande majorité de la surface d'intrados 70 de la partie aérodynamique 32. Seules l'extrémité amont 70' et l'extrémité aval 70'' de cette surface d'extrados 70 sont respectivement formées par la pièce amont 63 et la pièce aval 61, de même que des portions de transition 70''' sont définies par le corps 32a, en présentant de faibles étendues surfaciques entre les pièces 61, 63 et le corps 32b.

[0072] Le corps d'intrados 32b présente une épaisseur dans laquelle est réalisée une empreinte en forme de U pour définir l'espace 81, et plus précisément les deux passages intérieurs 50a, 50b, ainsi que le coude 54. Cette empreinte est ouverte sur la surface opposée à la surface d'intrados 70, surface opposée qui est destinée à être plaquée dans le fond du renforcement 71 du corps d'extrados 32a. L'empreinte définit entre les deux passages 50a, 50b une zone pleine 76 qui elle aussi est destinée à être plaquée dans le fond du renforcement 71, comme cela est visible sur la figure 3. Sur cette figure, il est également représenté un dispositif d'étanchéité au lubrifiant. Il s'agit d'un joint d'étanchéité 73 agencé à l'interface entre les deux corps 32a, 32b, afin de maintenir le lubrifiant dans les passages intérieurs 50a, 50b. Ce joint 73 peut être complété par d'autres joints à l'interface entre les deux corps.

[0073] Les deux corps 32a, 32b sont chacun réalisé d'une seule pièce à l'aide d'un matériau métallique, par exemple par forgeage ou par moulage, qui sont des techniques permettant d'obtenir l'état de surface exigé pour les surfaces d'intrados et d'extrados. Un alliage d'aluminium peut être utilisé comme matériau pour la réalisation des deux corps 32a, 32b, afin de favoriser les échanges thermiques avec la matrice 80.

[0074] Dans les passages définis par ces corps d'intrados et d'extrados, il est prévu la matrice de conduction thermique 80, de préférence en forme de U de manière à combler l'intégralité de l'espace 81. La présence de cette matrice permet d'améliorer les performances d'échange thermique, en particulier grâce au fait qu'elle procure une augmentation de la surface mouillée du côté du lubrifiant qui transite dans les passages 50a, 50b. Cette matrice 80 permet également de perturber le passage du lubrifiant,

généralisant ainsi des turbulences qui influent directement sur le coefficient de convection du lubrifiant transitant dans la matrice. La définition d'une telle matrice peut ainsi être réalisée de façon à maximiser la performance d'échange, tout en créant le moins de pertes de charges possibles entre l'entrée et la sortie de l'aube.

[0075] Dans le premier mode de réalisation montré sur la figure 3, la matrice 80 est indépendante des corps 32a, 32b, et de nature perméable au lubrifiant qui la traverse. Elle comporte alors une pluralité d'obstacles à la circulation du lubrifiant, ces obstacles 82 prenant la forme de plots, parois, languettes, treillis, ou autres éléments similaires s'étendant dans l'épaisseur des passages 50a, 50b, et reliés les uns aux autres. Comme évoqué précédemment, cette matrice pourrait consister en de simples obstacles réalisés d'un seul tenant avec le corps d'extrados 32a et/ou avec le corps d'intrados 32b.

[0076] Plus précisément, les obstacles 82 sont reliés entre eux par des éléments de contact 84a en appui contre le corps d'intrados 32b, ainsi que par des éléments de contact 84b opposés, en appui contre le corps d'extrados 32a. Les obstacles 82 peuvent quant à eux être agencés en quinconce ou en rangées. Ils sont par exemple prévus dans une densité d'environ 3 obstacles/cm². Plus généralement, la densité est comprise par exemple entre environ 1 et 5 obstacles/cm² en moyenne, cette densité étant uniforme ou évolutive le long du chemin de lubrifiant. La matrice 80 peut présenter une épaisseur de l'ordre de plusieurs millimètres, qui correspond à l'épaisseur des passages intérieurs dans lesquels elle est logée.

[0077] Elle peut être fabriquée à l'aide d'un alliage à base d'aluminium ou de titane, ou de tout autre matériau réputé pour disposer de bonnes propriétés de dissipation thermique. Cette matrice 80 est préférentiellement réalisée par fabrication additive, également dite impression 3D, sans nécessiter une fonction structurale étant donné que celle-ci est conférée par les deux corps 32a, 32b. L'une des techniques suivantes peut être mise en œuvre pour la fabrication de la matrice 80 :

- fusion sélective par laser (de l'anglais « Selective Laser Melting » ou « SLM ») ou par faisceau d'électrons (de l'anglais « Electron Beam Melting » ou « EBM ») ;
- frittage sélectif par laser (de l'anglais « Selective Laser Sintering » ou « SLS ») ou par faisceau d'électrons ;
- tout autre type de technique de solidification de poudre sous l'action d'une source d'énergie de moyenne à forte puissance, le principe étant de faire fondre ou fritter un lit de poudre métallique par faisceau laser ou faisceau d'électrons.

[0078] D'autres techniques plus classiques sont également envisageables, comme l'emboutissage ou le matriçage.

[0079] Pour faciliter la fabrication de la matrice 80, au lieu d'être réalisée d'une seule pièce tout le long du U, elle peut être réalisée à l'aide de plusieurs éléments de matrice distincts, agencés bout-à-bout ou espacés les uns des autres. A titre d'exemple, elle

peut être réalisée à l'aide de trois éléments de matrice correspondant aux deux branches du U et à sa base. La taille plus faible de ces éléments de matrice facilite leur réalisation par fabrication additive.

- [0080] Selon une alternative de réalisation schématisée sur la figure 3a, la matrice 80 comporte une gaine extérieure 84 étanche au lubrifiant, et agencée au contact des deux corps 32a, 32b. Cette gaine 84 présente une forme sensiblement identique à celle de l'espace 81 dans lequel elle est logée. Le lubrifiant reste ainsi confiné dans la gaine 84, ce qui permet de ne plus nécessiter la mise en œuvre du dispositif d'étanchéité 73 du mode de la figure 3. Les obstacles 82 relient ainsi les portions de parois opposées de la gaine 84, selon une configuration identique ou similaire à celle de la figure 3.
- [0081] De retour à la figure 2, durant le fonctionnement du moteur, le lubrifiant circulant à travers le circuit 56 est introduit dans le premier passage intérieur 50a, dans la première direction 52a allant radialement vers l'extérieur. A ce stade, le lubrifiant présente une température élevée. Un échange thermique s'effectue alors entre ce lubrifiant épousant la matrice 80 du premier passage 50a, et le flux secondaire épousant la surface extérieure des parois d'intrados et d'extrados. Le lubrifiant, après avoir été redirigé par le coude 54 dans le second passage 50b, subit dans ce dernier un refroidissement analogue, toujours par échange thermique avec le flux d'air secondaire et en circulant selon la seconde direction principale d'écoulement 52b. Ensuite, le lubrifiant refroidi est extrait de l'aube 24, et redirigé par le circuit fermé 56 vers des éléments à lubrifier et/ou vers un réservoir de lubrifiant à partir duquel du lubrifiant refroidi est pompé pour lubrifier des éléments.
- [0082] L'une des particularités de l'invention réside dans la fixation du corps d'extrados 32a sur le corps d'intrados 32b. En effet, les moyens de fixation utilisés pour relier mécaniquement ces deux corps 32a, 32b sont déportés en tout ou partie de la partie aérodynamique 32 de l'aube, afin de se trouver exclusivement au niveau du pied 34 et de la tête 36 de cette aube. Cela évite les perturbations aérodynamiques du flux secondaire, qui ne rencontre plus ces moyens de fixation des deux corps. Dans ce premier mode de réalisation préféré, c'est donc la totalité des moyens de fixation des deux corps 32a, 32b l'un sur l'autre qui sont situés en dehors de la veine secondaire 18.
- [0083] Pour ce faire, les moyens en question sont ici constitués de premiers moyens de fixation 90a associés à la tête 36 de l'aube, et de seconds moyens de fixation 90b associés au pied 34 de l'aube. Plus précisément, les premiers moyens de fixation 90a sont agencés radialement vers l'extérieur par rapport à des premiers et seconds organes de fixation de tête de l'aube sur la virole extérieure 23. Ces premiers et seconds organes de fixation de tête 94a, 94b sont respectivement prévus sur le corps d'intrados 32b et sur le corps d'extrados 32a, au niveau d'une partie radialement externe de ces corps. Bien entendu, la direction radiale doit être comprise comme correspondant à la

direction d'envergure 27 de l'aube.

- [0084] Les organes 94a, 94b prennent de préférence la forme de ferrures réalisées d'une seule pièce avec l'aube, et s'étendant sensiblement axialement. Ils définissent des orifices destinés à être traversés par des éléments de fixation du type vis ou boulons 96 comme cela a été schématisé sur la figure 9, et ce dans le but d'assurer la liaison mécanique de la tête d'aube avec la virole extérieure 23. De préférence, il est prévu deux organes 94a sur le corps d'intrados 32b, et deux organes 94b sur le corps d'extrados 32a, avec des orifices agencés sensiblement radialement à travers ces organes.
- [0085] Ainsi, les premiers moyens de fixation 90a des corps 32a, 32b sont agencés radialement vers l'extérieur par rapport à ces organes de fixation de tête 94a, 94b. Les premiers moyens 90a comprennent des orifices de passage 92 traversant les deux corps, ainsi que des éléments de fixation du type vis ou boulons 95 traversant ces orifices 92. De préférence, chaque corps présente une rangée sensiblement axiale d'orifices de passage 92, pratiquée dans la partie de tête du corps concerné. En d'autres termes, cette rangée s'étend dans la partie de tête du corps concerné, sensiblement selon la direction de la corde de l'aube.
- [0086] Dans l'exemple montré sur la figure 9, la veine secondaire 18 n'est pas délimitée extérieurement par la virole 23, mais par une paroi aérodynamique non structurale 97 agencée radialement vers l'intérieur par rapport aux organes de fixation de tête 94a, 94b. Par conséquent, cette paroi 97 permet de masquer l'ensemble des éléments 90a, 94a, 94b du flux secondaire.
- [0087] De manière analogue, les seconds moyens de fixation 90b sont agencés radialement vers l'intérieur par rapport à des premiers et seconds organes de fixation de pied de l'aube sur le moyeu de carter intermédiaire 25. Ces premiers et seconds organes de fixation de pied 98a, 98b sont respectivement prévus sur le corps d'intrados 32b et sur le corps d'extrados 32a, au niveau d'une partie radialement interne de ces corps.
- [0088] Les organes 98a, 98b prennent de préférence la forme de ferrures réalisées d'une seule pièce avec l'aube, et s'étendant sensiblement axialement. Ils définissent des orifices destinés à être traversés par des éléments de fixation du type vis ou boulons 96 comme cela a été schématisé sur la figure 9, et ce dans le but d'assurer la liaison mécanique du pied d'aube avec le moyeu de carter intermédiaire 25. De préférence, il est prévu deux organes 98a sur le corps d'intrados 32b, et deux organes 98b sur le corps d'extrados 32a, avec des orifices agencés sensiblement radialement à travers ces organes.
- [0089] Ainsi, les seconds moyens de fixation 90b des corps 32a, 32b sont agencés radialement vers l'intérieur par rapport à ces organes de fixation de pied 98a, 98b. Les seconds moyens 90b comprennent des orifices de passage 92 traversant les deux corps,

ainsi que des éléments de fixation du type vis ou boulons 95 traversant ces orifices 92. De préférence, chaque corps présente une rangée sensiblement axiale d'orifices de passage 92, pratiquée dans la partie de pied du corps concerné.

- [0090] Dans l'exemple montré sur la figure 9, la veine secondaire 18 n'est pas délimité intérieurement par le moyeu de carter intermédiaire 25, mais par une paroi aérodynamique non structurale 99 agencée radialement vers l'extérieur par rapport aux organes de fixation de pied 98a, 98b. Par conséquent, cette paroi 99 permet de masquer l'ensemble des éléments 90b, 98a, 98b du flux secondaire.
- [0091] Alternativement, il est noté que les premiers et seconds moyens de fixation 90a, 90b décrits ci-dessus peuvent être remplacés par des moyens du type soudage, brasage ou encore collage, toujours en étant situés en dehors de la partie aérodynamique 32.
- [0092] L'exemple de la figure 10 est similaire à celui de la figure 9. Les seules différences résident dans la conception de la virole 23 et du moyeu de carter intermédiaire 25, au niveau des aubes 24. En effet, dans cet autre exemple de la figure 10, les éléments 23, 25 définissent des logements 100 dans lesquels sont insérés les pieds 34 et les têtes 36 des aubes.
- [0093] En référence à présent à la figure 11, il est représenté une vue agrandie d'une partie amont de l'aube, au niveau de laquelle la pièce amont 63 est rapportée fixement sur l'extrémité amont 102 du corps d'extrados 32a, cette extrémité 102 constituant ici également l'extrémité amont de l'ensemble formé par les deux corps 32a, 32b assemblés.
- [0094] De préférence, cette fixation s'effectue par collage, continu ou par points tout le long de l'interface entre le corps 32a et la pièce amont 63, le long de la direction d'envergure 27. Comme cela a été représenté sur l'alternative de la figure 12, la fixation peut être remplacée ou complétée par des moyens de fixation 90'a, 90'b agencés en dehors de la veine secondaire, et de conception identique ou similaire à celle des premiers et seconds moyens de fixation 90a, 90b auxquels ils s'ajoutent. C'est ainsi que ces moyens 90'a, 90'b peuvent comprendre des orifices 92 traversant la tête et le pied d'une extrémité aval 104 de la pièce amont 63 et de l'extrémité amont 102 du corps d'extrados 32a, ces orifices 92 étant traversés par des boulons 95 ou des éléments similaires.
- [0095] A cet égard, il est noté que l'extrémité aval 104 de la pièce amont 63 forme une rupture d'épaisseur définissant une marche 106 d'épaisseur réduite dans la direction de l'épaisseur de l'aube. De manière analogue, l'extrémité amont 102 du corps d'extrados 32a forme également une rupture d'épaisseur définissant une marche 108 d'épaisseur réduite, superposée à la marche 106. Ainsi, les deux marches d'épaisseur réduite 106, 108 sont plaquées l'une contre l'autre de manière à présenter une épaisseur cumulée évolutive, mais continue dans la zone de transition entre la pièce amont 63 et le corps

d'extrados 32a.

- [0096] La pièce amont 63, qui s'étend de manière effilée et continue ou sensiblement continue tout le long de l'aube selon la direction 27, est préférentiellement réalisée dans un alliage de titane. Ce matériau permet de conférer d'excellentes propriétés de résistance mécanique en vue des éventuels impacts de grêlons ou d'oiseaux, tout en offrant la possibilité de rendre les surfaces aérodynamiques performantes au sens de la rugosité, de l'ondulation et de la forme.
- [0097] En référence à présent à la figure 13, il est représentée une vue agrandie d'une partie aval de l'aube, au niveau de laquelle la pièce aval 61 est rapportée fixement sur l'extrémité aval 110 du corps d'extrados 32a, cette extrémité 110 constituant ici également l'extrémité aval de l'ensemble formé par les deux corps 32a, 32b.
- [0098] De préférence, cette fixation s'effectue également par collage, continu ou par points tout le long de l'interface entre le corps 32a et la pièce aval 61, le long de la direction d'envergure 27. Comme cela a été représenté sur l'alternative de la figure 14, la fixation peut être remplacée ou complétée par des moyens de fixation 90'a, 90'b agencés en dehors de la veine secondaire, et de conception identique ou similaire à celle des premiers et seconds moyens de fixation 90a, 90b auxquels ils s'ajoutent. C'est ainsi que ces moyens 90'a, 90'b peuvent comprendre des orifices 92 traversant la tête et le pied d'une extrémité amont 112 de la pièce aval 61 et de l'extrémité aval 110 du corps d'extrados 32a, ces orifices 92 étant traversés par des boulons 95 ou des éléments similaires.
- [0099] A cet égard, il est noté que l'extrémité amont 112 de la pièce aval 61 forme une rupture d'épaisseur définissant une marche 116 d'épaisseur réduite dans la direction de l'épaisseur de l'aube. De manière analogue, l'extrémité aval 110 du corps d'extrados 32a forme également une rupture d'épaisseur définissant une marche 118 d'épaisseur réduite, superposée à la marche 116. Ainsi, les deux marches d'épaisseur réduite 116, 118 sont plaquées l'une contre l'autre de manière à présenter une épaisseur cumulée évolutive, mais continue dans la zone de transition entre la pièce aval 61 et le corps d'extrados 32a.
- [0100] La pièce aval 61, qui s'étend de manière effilée et continue ou sensiblement continue tout le long de l'aube selon la direction 27, est également préférentiellement réalisée dans un alliage de titane, de manière à rendre les surfaces aérodynamiques performantes au sens de la rugosité, de l'ondulation et de la forme.
- [0101] Selon un second mode de réalisation préféré de l'invention, représenté sur les figures 15 à 17, l'une des particularités réside dans la forme des pièces amont et aval 63, 61, dont la section en forme générale de U ou de V s'observe tout le long de la direction d'envergure 27. Dans la suite, il sera fait référence à un V, mais une forme générale en U reste envisageable, sans sortir du cadre de l'invention.

- [0102] La pointe du V forme l'extrémité amont du bord d'attaque 64 pour la pièce amont 63, tandis que la pointe du V forme l'extrémité aval du bord de fuite 62 pour la pièce aval 61.
- [0103] Pour la pièce amont 63, l'une des branches du V forme l'extrémité amont 72' de la surface d'extrados 72, tandis que l'autre branche du V forme l'extrémité amont 70' de la surface d'intrados 70. De manière analogue, pour la pièce amont 63, l'une des branches du V forme l'extrémité aval 72'' de la surface d'extrados 72, tandis que l'autre branche du V forme l'extrémité aval 70'' de la surface d'intrados 70.
- [0104] Grâce à cette forme en V des pièces amont et aval 63, 61, celles-ci définissent intérieurement chacune un creux 120 entre les branches, pour la réception et le logement d'une extrémité axiale respective de la matrice de conduction thermique 80. Une sorte d'emboîtement peut être réalisée pour les extrémités axiales de la matrice 80, dans les creux 120 des pièces 63, 61, de manière à renforcer la résistance mécanique globale de l'aube.
- [0105] Au contraire du premier mode de réalisation préféré, ce second mode prévoit une fixation de chaque pièce 63, 61 sur chacun des deux corps d'extrados 32a et d'intrados 32b.
- [0106] Ainsi, l'une des branches du V de la pièce amont 63 présente une extrémité libre qui forme une rupture d'épaisseur, définissant une marche 106' d'épaisseur réduite dans la direction de l'épaisseur de l'aube. De manière analogue, l'extrémité amont 102 du corps d'extrados 32a forme également une rupture d'épaisseur définissant une marche 108' d'épaisseur réduite, superposée à la marche 106'. Ainsi, les deux marches d'épaisseur réduite 106', 108' sont plaquées l'une contre l'autre de manière à présenter une épaisseur cumulée évolutive, mais continue dans la zone de transition entre la pièce amont 63 et le corps d'extrados 32a. De préférence, il est prévu une fixation par collage, continu ou par points, tout le long de l'interface entre le corps 32a et la pièce amont 63, le long de la direction d'envergure 27.
- [0107] En outre, l'autre branche du V de la pièce amont 63 présente une extrémité libre qui forme également une rupture d'épaisseur, définissant aussi une marche 106' d'épaisseur réduite dans la direction de l'épaisseur de l'aube. De manière analogue, l'extrémité amont 102' du corps d'intrados 32b forme également une rupture d'épaisseur définissant une marche 108' d'épaisseur réduite, superposée à la marche 106'. Ainsi, les deux marches d'épaisseur réduite 106', 108' sont également plaquées l'une contre l'autre de manière à présenter une épaisseur cumulée évolutive, mais continue dans la zone de transition entre la pièce amont 63 et le corps d'intrados 32b. De préférence, il est prévu une fixation par collage, continu ou par points, tout le long de l'interface entre le corps 32b et la pièce amont 63, le long de la direction d'envergure 27.

- [0108] D'autre part, l'une des branches du V de la pièce aval 61 présente une extrémité libre qui forme une rupture d'épaisseur, définissant une marche 116' d'épaisseur réduite dans la direction de l'épaisseur de l'aube. De manière analogue, l'extrémité aval 110 du corps d'extrados 32a forme également une rupture d'épaisseur définissant une marche 118' d'épaisseur réduite, superposée à la marche 116'. Ainsi, les deux marches d'épaisseur réduite 116', 118' sont plaquées l'une contre l'autre de manière à présenter une épaisseur cumulée évolutive, mais continue dans la zone de transition entre la pièce aval 61 et le corps d'extrados 32a. De préférence, il est prévu une fixation par collage, continu ou par points, tout le long de l'interface entre le corps 32a et la pièce aval 61, le long de la direction d'envergure 27.
- [0109] De plus, l'autre branche du V de la pièce aval 61 présente une extrémité libre qui forme une rupture d'épaisseur, définissant aussi une marche 116' d'épaisseur réduite dans la direction de l'épaisseur de l'aube. De manière analogue, l'extrémité aval 110' du corps d'intrados 32b forme également une rupture d'épaisseur définissant une marche 118' d'épaisseur réduite, superposée à la marche 116'. Ainsi, les deux marches d'épaisseur réduite 116', 118' sont plaquées l'une contre l'autre de manière à présenter une épaisseur cumulée évolutive, mais continue dans la zone de transition entre la pièce aval 61 et le corps d'intrados 32b. De préférence, il est prévu une fixation par collage, continu ou par points, tout le long de l'interface entre le corps 32b et la pièce aval 61, le long de la direction d'envergure 27.
- [0110] En reliant les deux corps d'extrados et d'intrados 32a, 32b, les pièces amont 63 et aval 61 participent également à la fixation de ces corps 32a, 32b l'un sur l'autre.
- [0111] Dans ce second mode de réalisation préféré de l'invention, les marches 106', 116' des pièces 63, 61 sont orientées vers l'extérieur de l'aube, tandis que les marches correspondantes 108', 118' des corps 32a, 32b sont orientées vers l'intérieur de l'aube. Néanmoins, une conception inversée peut être envisagée, dans laquelle les marches 106', 116' des pièces 63, 61 sont orientées vers l'intérieur de l'aube, comme cela a été représenté sur l'alternative de la figure 18.
- [0112] La figure 19 montre que la fixation des pièces amont et aval 63, 61, sur les corps d'extrados et d'intrados 32a, 32b, peut être remplacée ou complétée par des moyens de fixation 90'a, 90'b agencés en dehors de la veine secondaire, et de conception identique ou similaire à celle des premiers et seconds moyens de fixation 90a, 90b auxquels ils s'ajoutent, ou avec lesquels ils peuvent être confondus lorsque ces moyens participent simultanément à la fixation deux corps 32a, 32b l'un sur l'autre. C'est ainsi que ces moyens 90'a, 90'b peuvent comprendre des orifices 92 traversant la tête et le pied de l'extrémité amont 102 du corps d'extrados 32a, de l'extrémité amont 102' du corps d'intrados 32b, et des deux branches du V de la pièce amont 63, ces orifices 92 étant traversés par des boulons 95 ou des éléments similaires également déportés de la

veine secondaire.

- [0113] Une configuration analogue (non représentée) peut être adoptée pour la pièce aval 61, et il est par ailleurs précisé que ces moyens de fixation additionnels / alternatifs 90'a, 90'b sont autant applicables au second mode de réalisation des figures 15 à 17, qu'à son alternative des figures 18 et 19.
- [0114] Au vu de ce qui précède, l'aube 24 peut être fabriquée simplement en réalisant séparément chacune de ses cinq parties constituantes, à savoir les deux corps 32a, 32b, la matrice 80 et les deux pièces amont et aval 63, 61, puis en les assemblant les unes aux autres de sorte que la matrice 80 se trouve dans l'espace 81 entre les deux corps 32a, 32b, avant de fixer ceux-ci à l'aide des boulons 95. Par exemple, les deux pièces amont et aval 63, 61 peuvent être fixées sur les corps 32a, 32b, après l'assemblage de ceux-ci l'un sur l'autre. Cette solution permet de conférer une meilleure interchangeabilité de la pièce amont 63 et de la pièce aval 61, en cas de dégradation. Alternativement, les pièces amont et aval 63, 61 peuvent être d'abord assemblées à la matrice de conduction thermique 80, avant que les corps d'extrados et d'intrados 32a, 32b ne soient rapportés.
- [0115] Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite, uniquement à titre d'exemples non limitatifs et dont la portée est délimitée par les revendications annexées. En particulier, il est noté que dans le cas non illustré des aubes directrices d'entrée pour redresser le flux d'air en amont de la soufflante, ces aubes sont agencées dans tout le flux d'air de la soufflante autour d'un cône d'entrée d'air non rotatif, les pieds des aubes étant alors reliés à ce cône fixe d'entrée d'air.
- [0116] Par ailleurs, d'autres architectures de moteur rentrent aussi dans le cadre de l'invention, en répondant à l'appellation « turbomachine d'aéronef à double flux ». Il peut s'agir par exemple d'une architecture à triple corps (à savoir comprenant trois arbres reliant respectivement des premiers étages de turbine à une soufflante, des deuxièmes étages de turbine à des étages de compresseur basse pression, et des troisièmes étages de turbine à des étages de compresseur haute pression).

Revendications

[Revendication 1]

Aube directrice (24) destinée à être agencée dans tout ou partie d'un flux d'air d'une soufflante (15) de turbomachine d'aéronef à double flux, l'aube directrice comprenant une partie aérodynamique (32) de redressement de flux destinée à être épousée par ledit tout ou partie du flux d'air de soufflante, ladite aube étant réalisée à l'aide :

- d'un corps d'intrados (32b) définissant au moins une partie d'une surface d'intrados (70) de la partie aérodynamique (32), le corps d'intrados comportant au moins un premier organe de fixation de tête (94a) destiné à la fixation de l'aube sur un élément extérieur de carter (23), ainsi qu'au moins un premier organe de fixation de pied (98a) destiné à la fixation de l'aube sur un élément intérieur de carter (25) ;
- d'un corps d'extrados (32a) définissant au moins une partie d'une surface d'extrados (72) de la partie aérodynamique (32), le corps d'extrados comportant au moins un second organe de fixation de tête (94b) destiné à la fixation de l'aube sur l'élément extérieur de carter (23), ainsi qu'au moins un second organe de fixation de pied (98b) destiné à la fixation de l'aube sur l'élément intérieur de carter (25) ;
- d'une matrice de conduction thermique (80) agencée dans un espace (81) délimité entre les corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a), ladite matrice étant destinée à être traversée par du lubrifiant et intégrant des obstacles (82) à la circulation de lubrifiant ; et
- de moyens (90a, 90b) de fixation du corps d'intrados (32b) sur le corps d'extrados (32a), lesdits moyens de fixation du corps d'intrados sur le corps d'extrados comprenant des premiers moyens de fixation (90a) agencés radialement vers l'extérieur par rapport aux premier et second organes de fixation de tête (94a, 94b), et des seconds moyens de fixation (90b) agencés radialement vers l'intérieur par rapport aux premier et second organes de fixation de pied (98a, 98b), caractérisée en ce que l'aube est également réalisée à l'aide d'une pièce amont (63) formant un bord d'attaque (64) de l'aube, rapportée fixement sur au moins l'un des corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a), et d'une pièce aval (61) formant un bord de fuite (62) de l'aube, rapportée fixement sur au moins l'un des corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a).

[Revendication 2]

Aube selon la revendication 1, caractérisée en ce que la pièce amont (63) et la pièce aval (61) sont chacune réalisée dans un matériau

différent de celui du/des matériaux constitutifs des corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a), et de préférence chacune réalisée en titane ou dans un alliage de titane.

- [Revendication 3] Aube selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisée en ce que la pièce amont (63) et la pièce aval (61) sont chacune collée sur au moins l'un des corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a), et/ou fixée sur au moins l'un des corps d'intrados et d'extrados à l'aide desdits premiers et seconds moyens de fixation (90a, 90b), de préférence en étant traversée par ces moyens.
- [Revendication 4] Aube selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la pièce amont (63) présente une extrémité aval (104) formant une rupture d'épaisseur définissant une marche (106), la pièce amont s'étendant selon une direction d'envergure (27) de l'aube et étant superposée à une extrémité amont (102) de l'ensemble formé par les corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a), et/ou en ce que la pièce aval (61) présente une extrémité amont (112) formant une rupture d'épaisseur définissant une marche (116), la pièce aval s'étendant selon la direction d'envergure (27) de l'aube et étant superposée à une extrémité aval (110) de l'ensemble formé par les corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a).
- [Revendication 5] Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la pièce amont (63) présente une forme générale de U ou de V, dont l'une des branches du U/V forme une extrémité amont (70') de la surface d'intrados (70) de l'aube, et dont l'autre branche du U/V forme une extrémité amont (72') de la surface d'extrados (72) de l'aube, et/ou en ce que la pièce aval (61) présente une forme générale de U ou de V, dont l'une des branches du U/V forme une extrémité aval (70'') de la surface d'intrados (70) de l'aube, et dont l'autre branche du U/V forme une extrémité aval (72'') de la surface d'extrados (72) de l'aube.
- [Revendication 6] Aube selon la revendication 5, caractérisée en ce que chaque branche de U/V présente une extrémité libre avec une rupture d'épaisseur définissant une marche (106', 116') d'épaisseur réduite, la marche étant orientée vers l'intérieur de l'aube, ou vers l'extérieur de l'aube.
- [Revendication 7] Aube selon la revendication 5 ou la revendication 6, caractérisée en ce que le creux (120) défini intérieurement par chaque U/V loge une extrémité de la matrice de conduction thermique (80).
- [Revendication 8] Aube directrice selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que lesdits premiers moyens de fixation (90a) et

lesdits seconds moyens de fixation (90b) comprennent des boulons (95) traversant des orifices de passages (92) pratiqués à travers les corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a).

[Revendication 9]

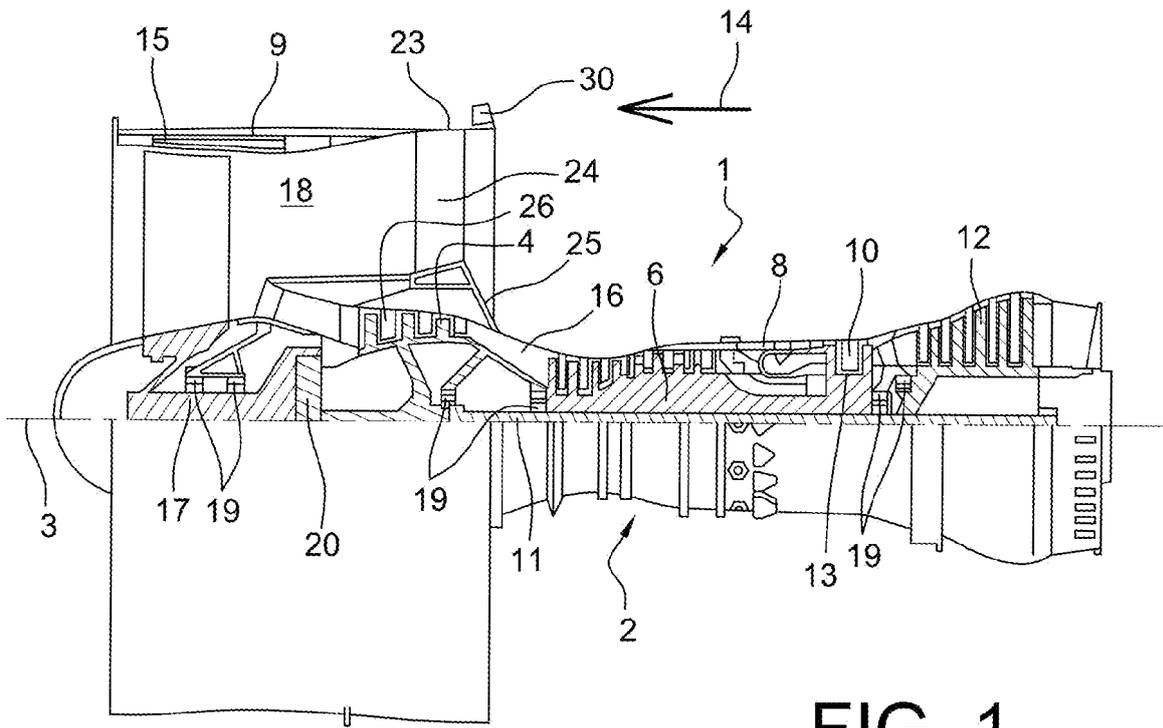
Turbomachine (1) d'aéronef, de préférence un turboréacteur, comprenant une pluralité d'aubes directrices (24) selon l'une quelconque des revendications précédentes, agencées en aval ou en amont d'une soufflante (15) de la turbomachine, et en ce que les premiers et seconds moyens de fixation (90a, 90b) sont agencés en dehors dudit tout ou partie de flux d'air de soufflante (15), délimité de préférence par au moins une paroi aérodynamique (97, 99) agencée entre les éléments extérieur et intérieur de carter (23, 25).

[Revendication 10]

Procédé de fabrication d'une aube (24) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- réalisation des corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a) et de ladite matrice de conduction thermique (80), ainsi que des pièces amont et aval (63, 61) formant respectivement le bord d'attaque (64) et le bord de fuite (62) ;
- fixation du corps d'intrados (32b) sur le corps d'extrados (32a), à l'aide des premiers et seconds moyens de fixation (90a, 90b), et fixation des pièces amont et aval (63, 61) sur le/les corps d'intrados / d'extrados (32b, 32a).

[Fig. 1]



[Fig. 2]

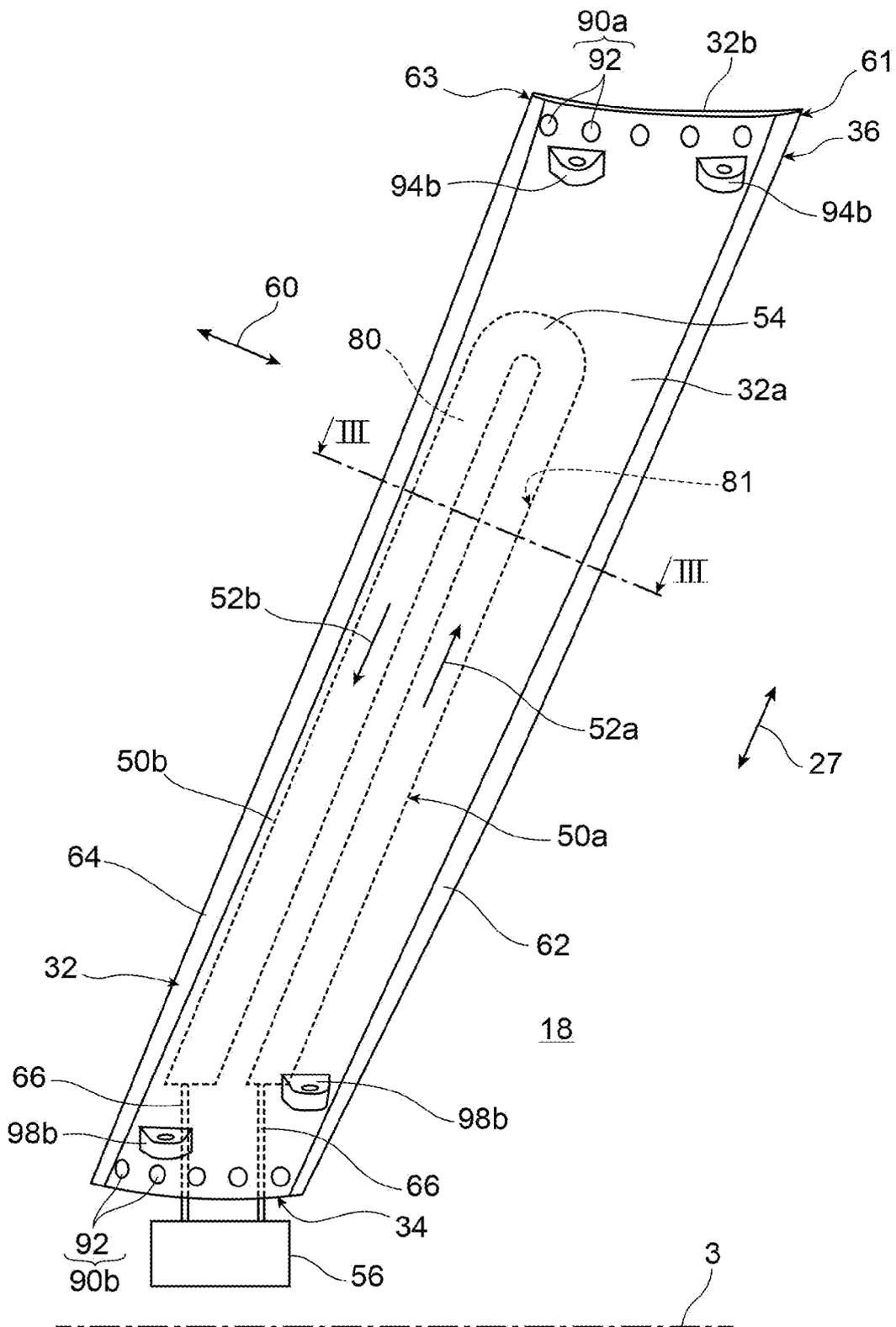


FIG. 2

[Fig. 3]

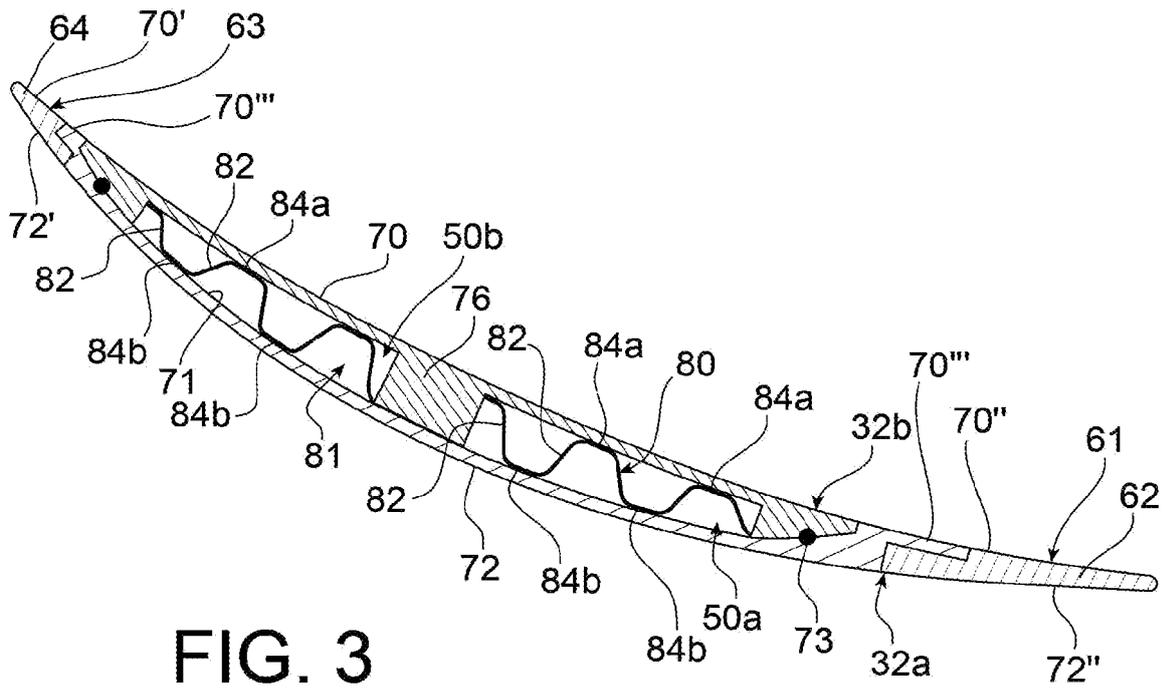


FIG. 3

[Fig. 3a]

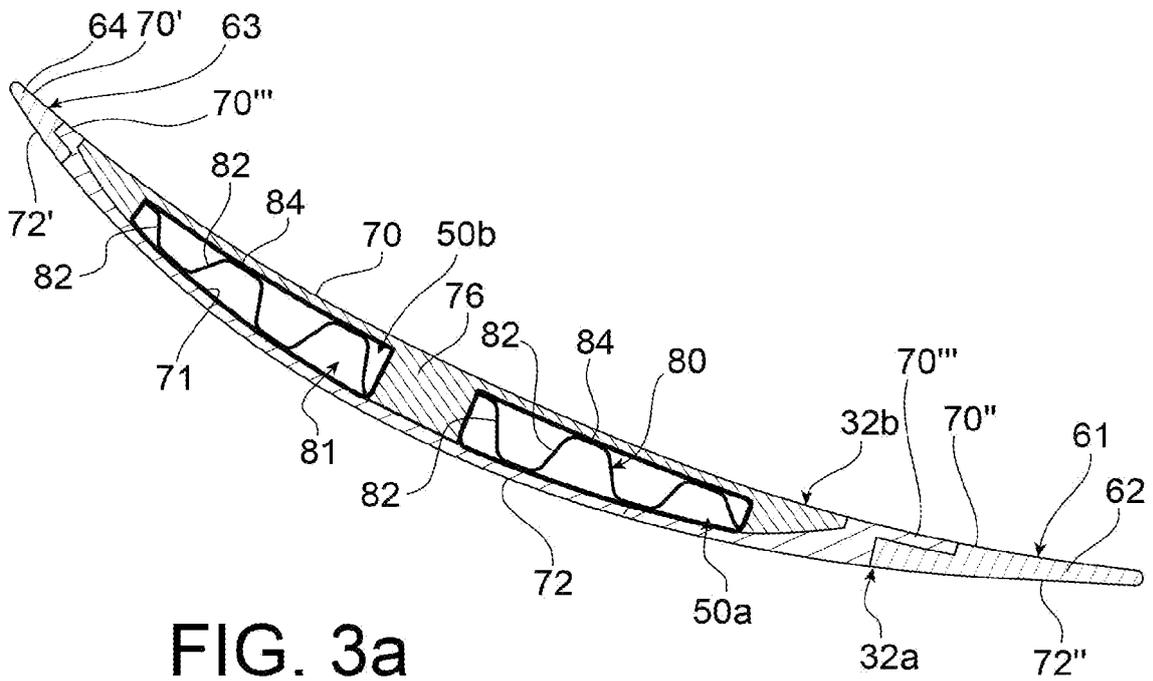


FIG. 3a

[Fig. 4]

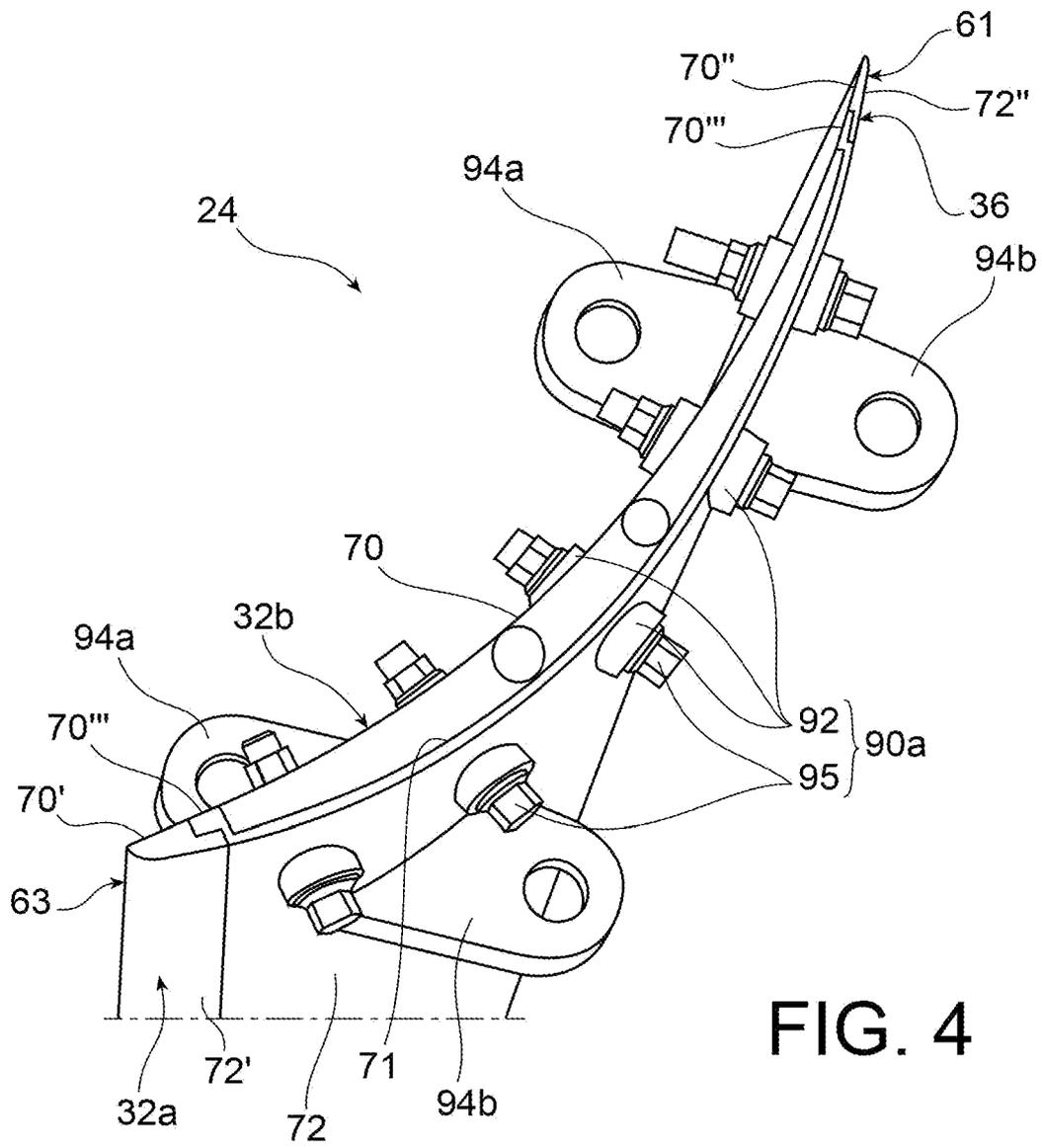
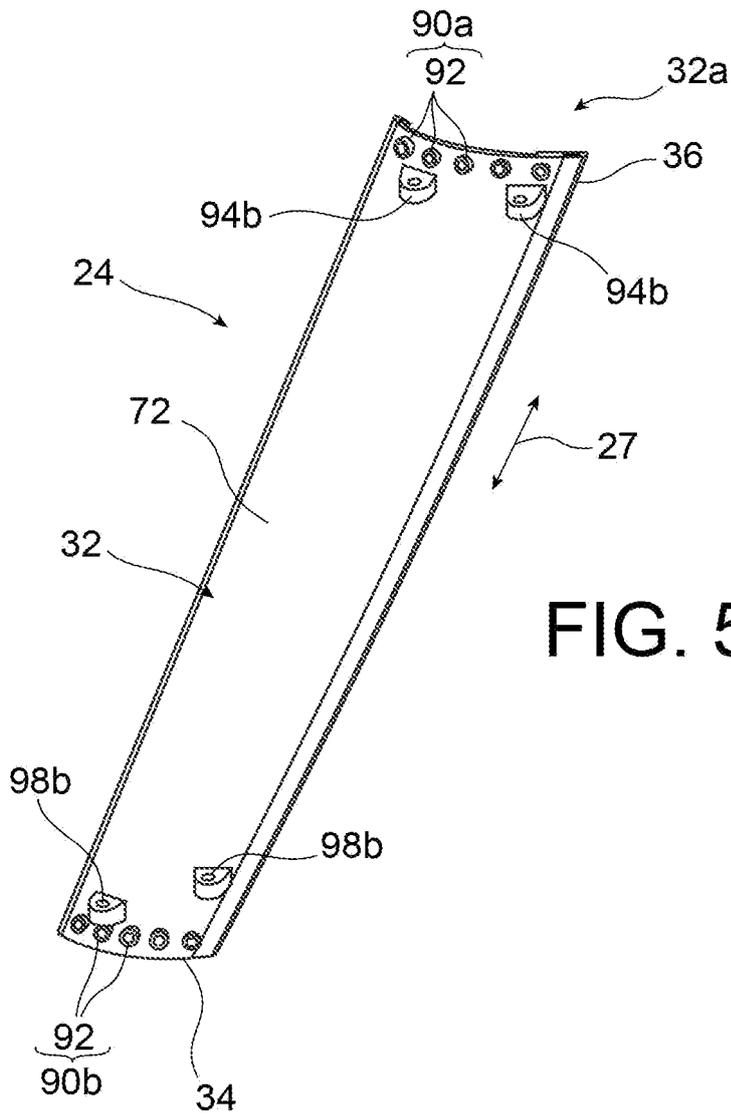
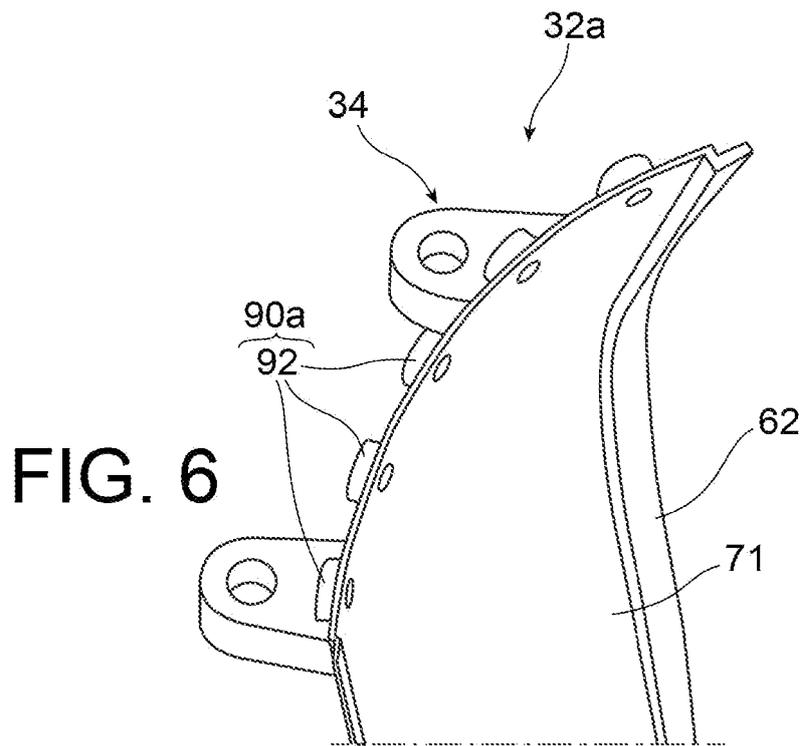


FIG. 4

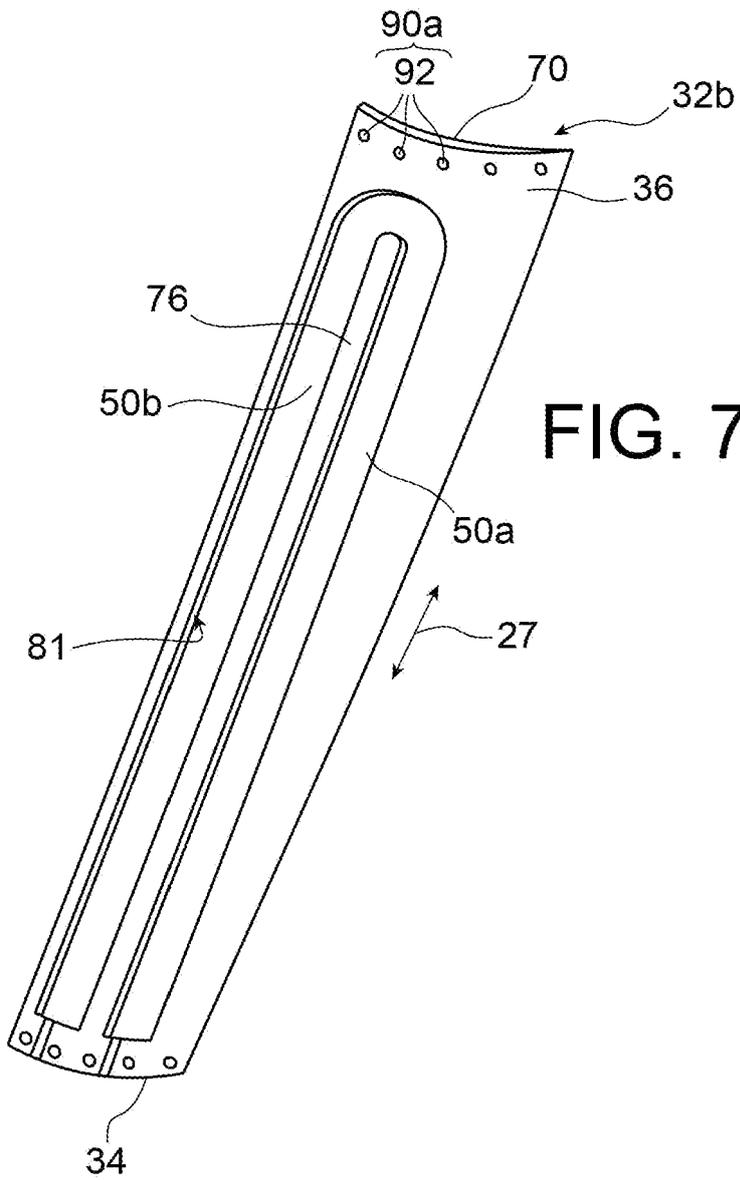
[Fig. 5]



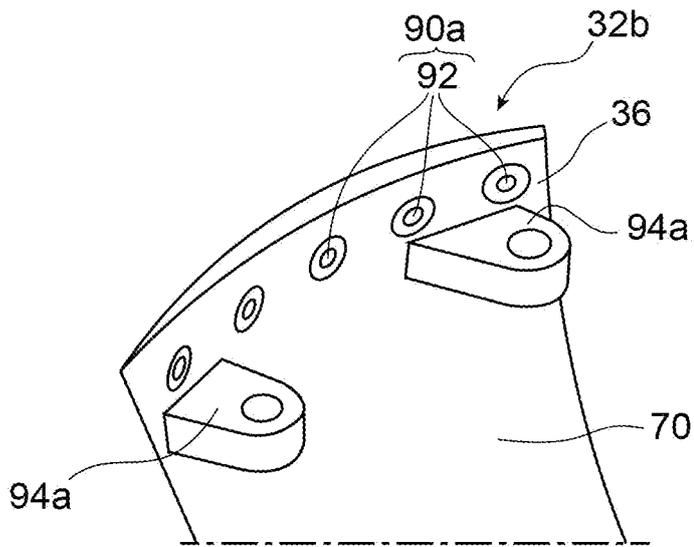
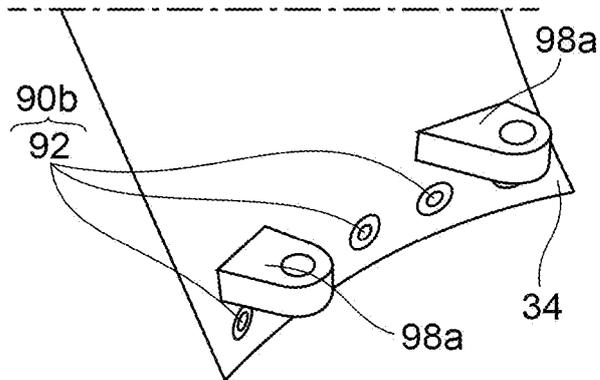
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]

**FIG. 8**

[Fig. 9]

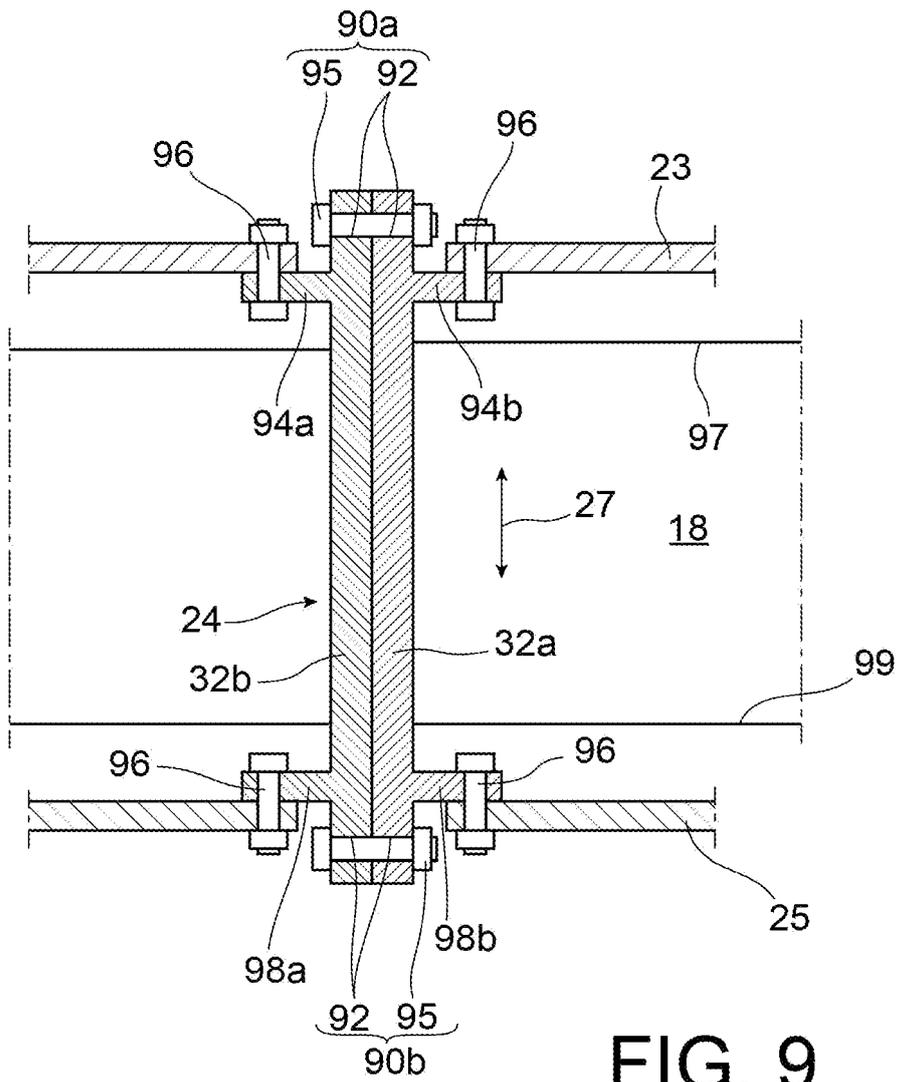


FIG. 9

[Fig. 10]

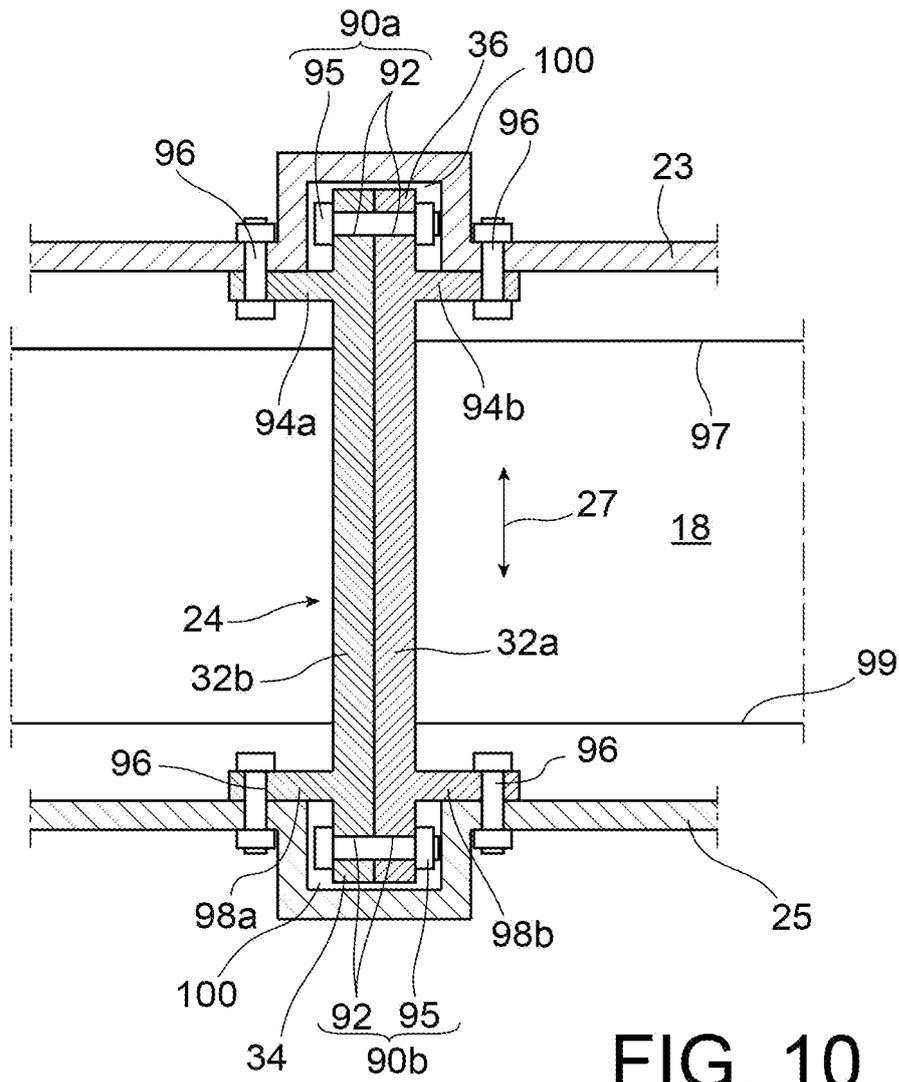


FIG. 10

[Fig. 11]

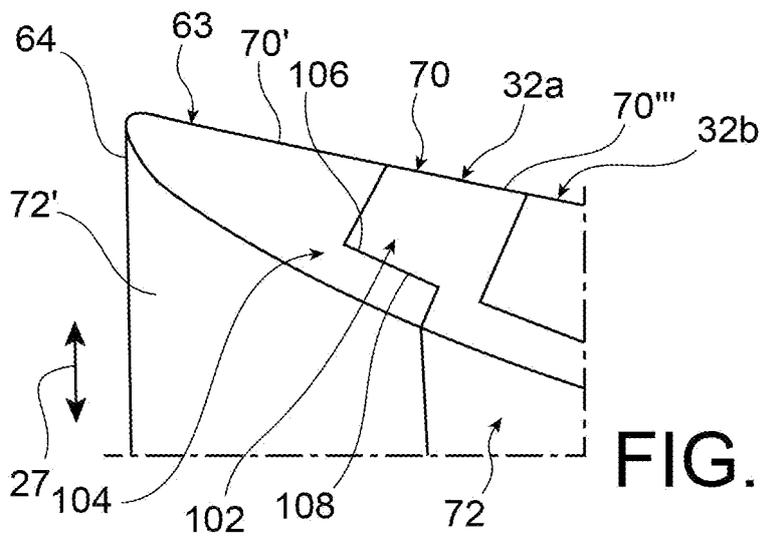


FIG. 11

[Fig. 15]

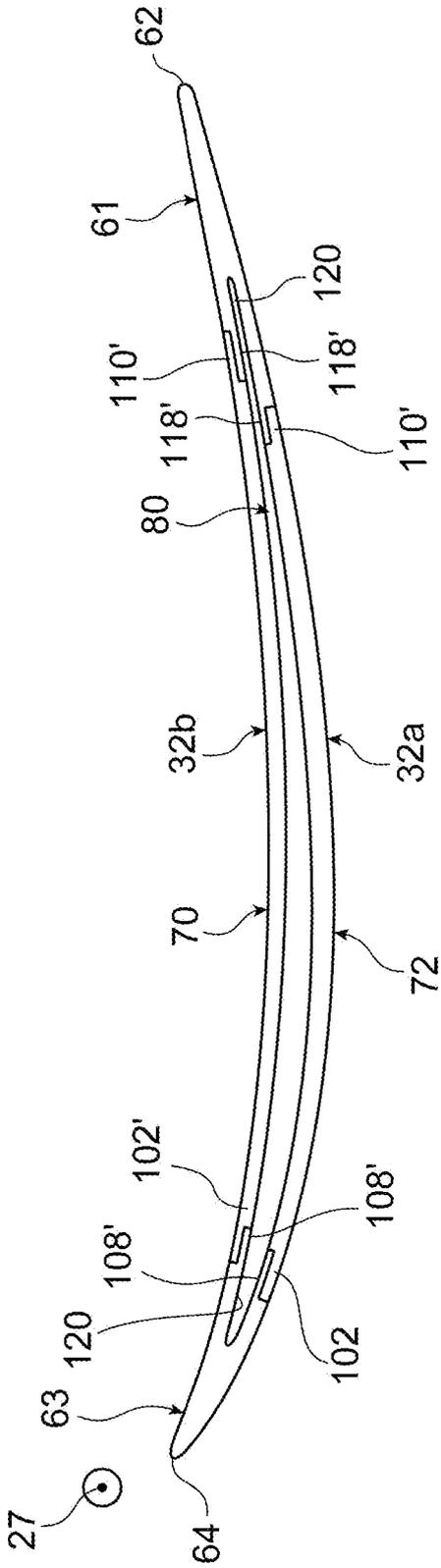


FIG. 15

[Fig. 16]

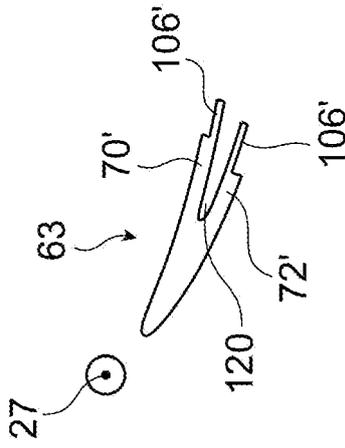


FIG. 16

[Fig. 17]

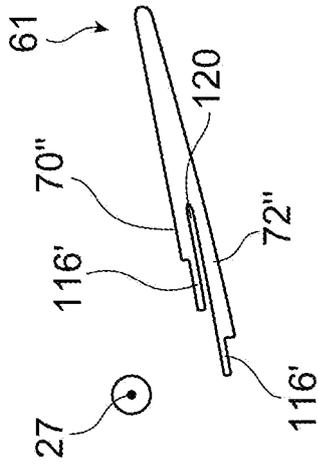


FIG. 17

[Fig. 18]

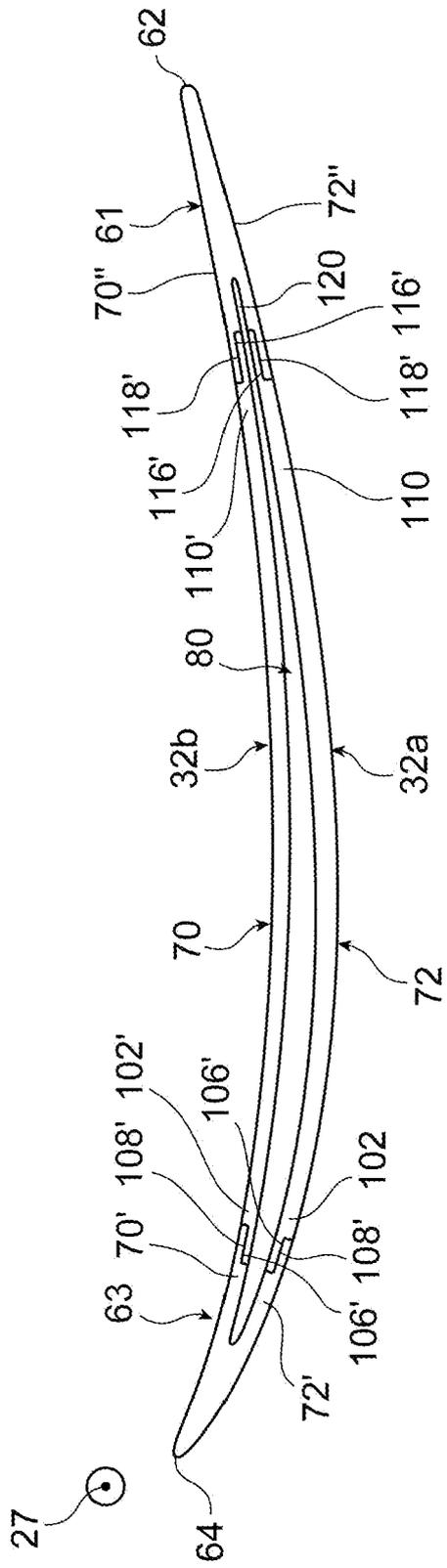


FIG. 18

[Fig. 19]

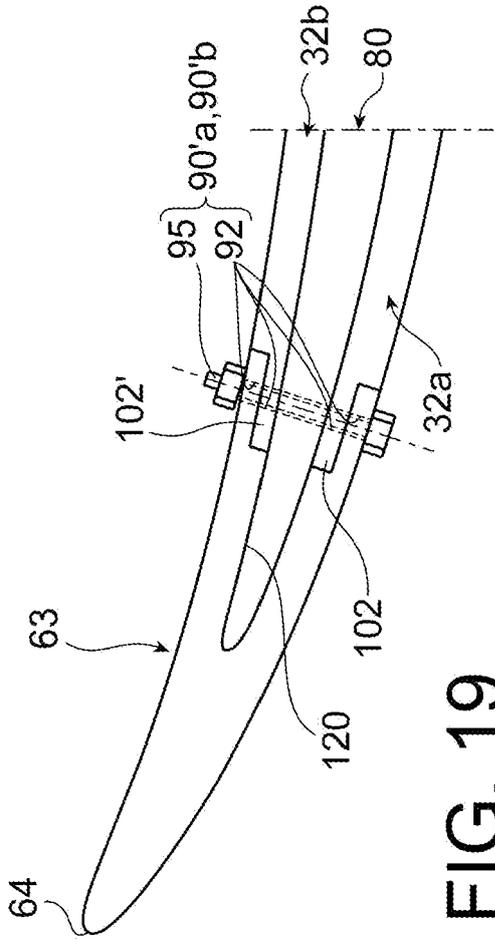


FIG. 19



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 881941
FR 2005172

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,D	FR 3 077 850 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 16 août 2019 (2019-08-16) * page 1, ligne 9 - ligne 18 * * page 9, ligne 19 - page 12, ligne 26 * * figures 1-3, 9 * -----	1-10	F01D9/04 F01D9/06 F02C7/14 F04D29/58 F02K3/06
A	EP 2 366 871 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 21 septembre 2011 (2011-09-21) * alinéa [0001]; figures 1-5 * * alinéa [0007] * * alinéa [0015] - alinéa [0021] * -----	1-4,10	
A	EP 2 365 199 A2 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 14 septembre 2011 (2011-09-14) * alinéa [0001]; figure 8 * * alinéa [0016] - alinéa [0020] * -----	1	
A	EP 3 205 826 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 16 août 2017 (2017-08-16) * alinéa [0001]; figures 3-6 * * alinéa [0019] - alinéa [0026] * -----	3-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01D F04D F02C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 janvier 2021		Nicolai, Sébastien	
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 2005172 FA 881941**

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 **29-01-2021**
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 3077850	A1	16-08-2019	FR 3077850 A1	16-08-2019
			GB 2572680 A	09-10-2019
			US 2019249558 A1	15-08-2019

EP 2366871	A1	21-09-2011	AUCUN	

EP 2365199	A2	14-09-2011	DE 102010002719 A1	15-09-2011
			EP 2365199 A2	14-09-2011
			US 2011219782 A1	15-09-2011

EP 3205826	A1	16-08-2017	CA 2956363 A1	10-08-2017
			CN 107201918 A	26-09-2017
			EP 3205826 A1	16-08-2017
			JP 2017187019 A	12-10-2017
			US 2017226865 A1	10-08-2017
