(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 077 850***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **18 51199**

(51) Int Cl[8] : ***F 04 D 29/54*** *(2018.01)*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 13.02.18.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 16.08.19 Bulletin 19/33.

(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* — FR.

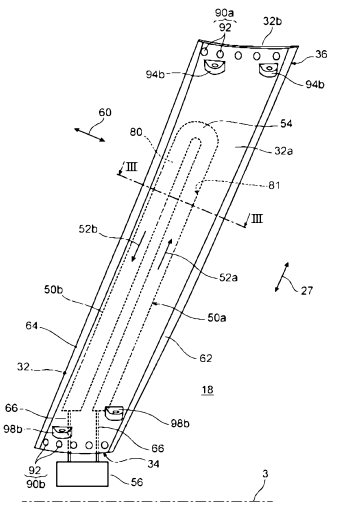
(72) **Inventeur(s) :** ZACCARDI CEDRIC, PERDRIGEON CHRISTOPHE MARCEL LUCIEN, FORESTO PAUL ANTOINE et FABRE ADRIEN JACQUES PHILIPPE.

(73) **Titulaire(s) :** SAFRAN AIRCRAFT ENGINES.

(74) **Mandataire(s) :** BREVALEX Société à responsabilité limitée.

(54) AUBE DIRECTRICE DE SORTIE POUR TURBOMACHINE, REALISEE A PARTIR DE PLUSIEURS PIECES ASSEMBLEES ENTRE ELLES PAR DES MOYENS DE FIXATION DEPORTES DE LA VEINE.

(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.



FR 3 077 850 - A1

AUBE DIRECTRICE DE SORTIE POUR TURBOMACHINE, REALISEE A PARTIR DE PLUSIEURS PIECES ASSEMBLEES ENTRE ELLES PAR DES MOYENS DE FIXATION DEPORTES DE LA VEINE

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

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.

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.

L'invention concerne de préférence un turboréacteur d'aéronef équipé de telles aubes directrices de sortie.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

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.

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.

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.

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.

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.

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.

Pour répondre à cette problématique, il a été proposé de réaliser l'aube en plusieurs parties distinctes, de manière à faciliter sa fabrication. Cependant, ce type de conception requiert habituellement la présence de moyens de fixation agencés sur la partie aérodynamique de l'aube. Ces moyens de fixation entre les différents composants de l'aube sont susceptibles de générer des pertes aérodynamiques sur le flux traversant cette aube.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

Pour répondre au moins partiellement aux inconvénients rencontrés avec les réalisations de l'art antérieur, 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 une 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.

Selon l'invention, lesdits moyens de fixation du corps d'intrados sur le corps d'extrados sont constitués par des premiers moyens de fixation agencés radialement vers l'extérieur par rapport aux premier et second organes de fixation de tête, et par des seconds moyens de fixation agencés radialement vers l'intérieur par rapport aux premier et second organes de fixation de pied.

Par conséquent, l'invention procure une solution permettant de faciliter sa fabrication, tout en présentant des performances aérodynamiques élevées. 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 les moyens de fixation de ces composants en dehors de la partie aérodynamique de l'aube, évite la dégradation du flux aérodynamique traversant l'aube.

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.

L'invention permet par conséquent une fabrication facilitée, un coût réduit et des performances aérodynamiques accrues.

L'invention prévoit de préférence au moins l'une quelconque des caractéristiques optionnelles suivantes, prises isolément ou en combinaison.

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.

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.

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.

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.

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 préférence, les premiers et seconds moyens de fixation sont agencés en dehors dudit tout ou partie de flux d'air de soufflante, délimité par au moins une paroi aérodynamique agencée entre les éléments extérieur et intérieur de carter.

Enfin, l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'une aube telle que décrite ci-dessus, comprenant les étapes suivantes :

a) réalisation des corps d'intrados et d'extrados et de ladite matrice de conduction thermique ;

b) fixation du corps d'intrados sur le corps d'extrados, à l'aide des premiers et seconds moyens de fixation.

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.

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.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;

- la figure 1 représente une vue schématique de côté d'un turboréacteur selon l'invention ;

- la figure 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 mode de réalisation préféré de l'invention ;

- la figure 3 correspond à une vue en coupe prise le long de la ligne III-III de la figure 2 ;

- la figure 3a est une vue similaire à celle de la figure 3, montrant une alternative de réalisation ;

- la figure 4 représente une vue en perspective d'une partie de l'aube montrée sur les figures précédentes ;

- la figure 5 représente une vue en perspective du corps d'extrados formant une partie de l'aube montrée sur les figures précédentes ;

- la figure 6 représente une vue en perspective similaire à la précédente, selon un autre angle de vue ;

- la figure 7 représente une vue en perspective du corps d'intrados formant une partie de l'aube montrée sur les figures précédentes ;

- la figure 8 représente une vue en perspective similaire à la précédente, selon un autre angle de vue ;

- la figure 9 est une vue schématique en coupe longitudinale d'une partie du turboréacteur comprenant l'aube montrée sur les figures précédentes ; et

- la figure 10 est une vue similaire à celle de la figure 9, selon une alternative de réalisation.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

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.

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.

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 directement 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.

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.

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.

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.

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).

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.

En référence à présent aux figures 2 à 8, il va être décrit l'une des aubes directrices de sortie 24, selon un 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.

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.

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.

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.

Comme cela sera détaillé ci-après, l'aube 24 est préférentiellement fabriquée à l'aide de deux corps 32a, 32b rapportées fixement l'une sur l'autre, et d'une matrice de conduction thermique 80 agencée dans un espace 81 délimité entre ces deux corps.

Dans ce 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.

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.

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.

Le corps 32a de l'aube correspond à un corps d'extrados qui définit ici la totalité de la surface d'extrados 72 de la partie aérodynamique 32. Ce corps 32a définit également le bord d'attaque 64, le bord de fuite 62, 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 renfoncement 71 référencé sur la figure 6, ce renfoncement 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 renfoncement 71, participe à la définition de l'espace 81 formant les deux passages intérieurs 50a, 50b.

Le corps d'intrados 32b définit ici la totalité de la surface d'intrados 70 de la partie aérodynamique 32. Il 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 qui 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 renfoncement 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 renfoncement 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.

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.

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, générant 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.

Dans le 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.

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.

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.

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

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.

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.

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.

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 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.

Pour ce faire, les moyens en question sont 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.

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.

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'étant dans la partie de tête du corps concerné, sensiblement selon la direction de la corde de l'aube.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

Enfin, il est noté que l'aube 24 peut être fabriquée simplement en réalisant séparément chacune de ses trois parties constituantes, à savoir les deux corps 32a, 32b et la matrice 80, puis en mettant cette dernière en place dans l'espace 81 entre les deux corps, avant de fixer ceux-ci à l'aide des boulons 95.

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.

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.

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

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),

caractérisée en ce que lesdits moyens de fixation du corps d'intrados sur le corps d'extrados sont constitués par 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 par des seconds moyens de fixation (90b) agencés radialement vers l'intérieur par rapport aux premier et second organes de fixation de pied (98a, 98b).

2. Aube directrice selon la revendication 1, 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).

3. Aube directrice selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisée en ce que ladite matrice de conduction thermique (80) comporte une gaine extérieure (84) étanche au lubrifiant, agencée dans ledit espace (81) délimité entre les corps d'intrados et d'extrados.

4. Aube directrice selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif (73) d'étanchéité au lubrifiant agencé entre les corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a).

5. Aube directrice selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit espace (81) logeant la matrice de conduction thermique (80) présente une forme générale de U définissant deux passages de lubrifiant (50a, 50b) raccordés entre eux par un coude (54).

6. Aube directrice selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la matrice de conduction thermique (80) 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.

7. 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.

8. Turbomachine selon la revendication 7, caractérisée 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 par au moins une paroi aérodynamique (97, 99) agencée entre les éléments extérieur et intérieur de carter (23, 25).

9. Procédé de fabrication d'une aube (24) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

a) réalisation des corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a) et de ladite matrice de conduction thermique (80) ;

b) fixation du corps d'intrados (32b) sur le corps d'extrados (32a), à l'aide des premiers et seconds moyens de fixation (90a, 90b).

10. Procédé de fabrication selon la revendication 9, caractérisé en ce que la matrice de conduction thermique (80) est réalisée de manière indépendante des corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a), de préférence par fabrication additive.

11. Procédé de fabrication selon la revendication 9, caractérisé en ce que au moins une partie de la matrice de conduction thermique (80) est réalisée d'un seul tenant avec au moins l'un des corps d'intrados et d'extrados (32b, 32a).

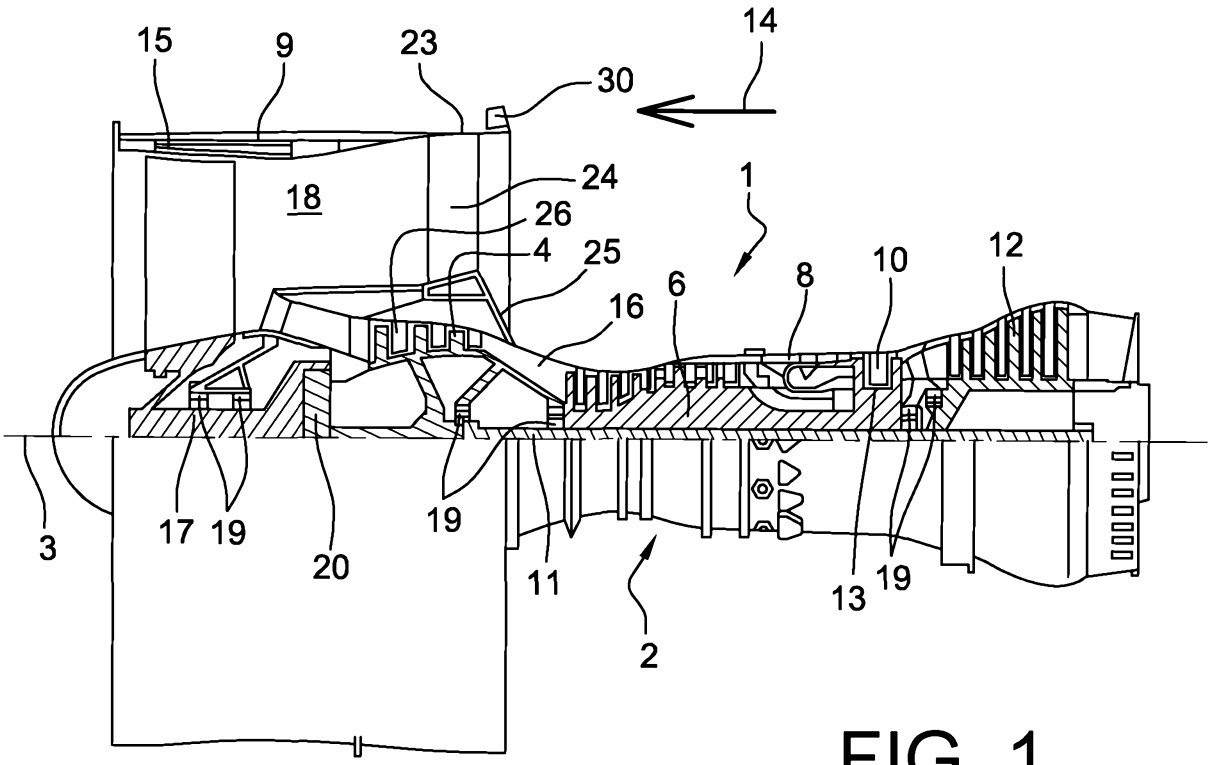


FIG. 1

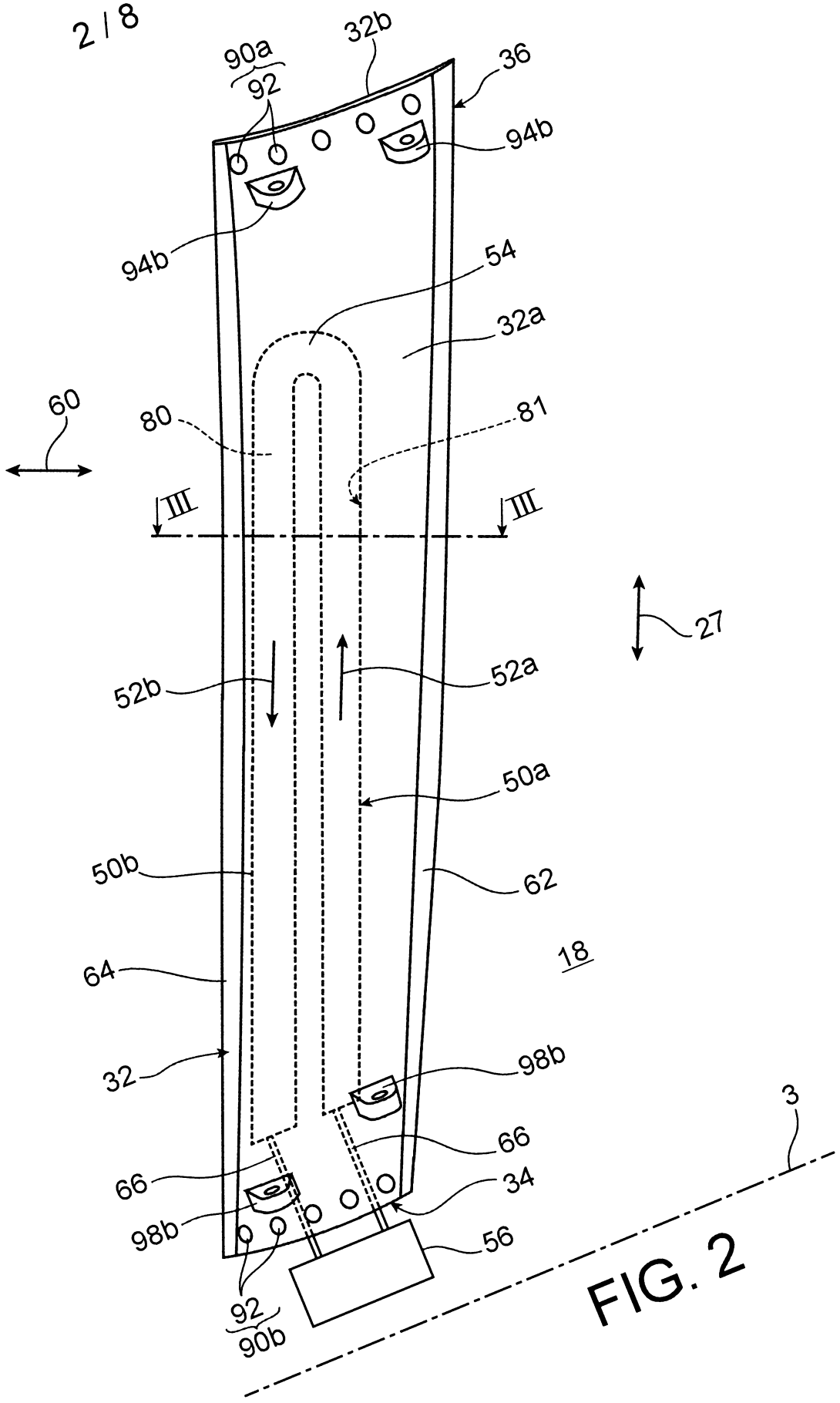

90a
92
32b
36
94b
94b
54
32a
60
80
81
III
III
27
52b
52a
50a
50b
62
18
64
32
98b
66
66
34
98b
56
92
90b
3

FIG. 2

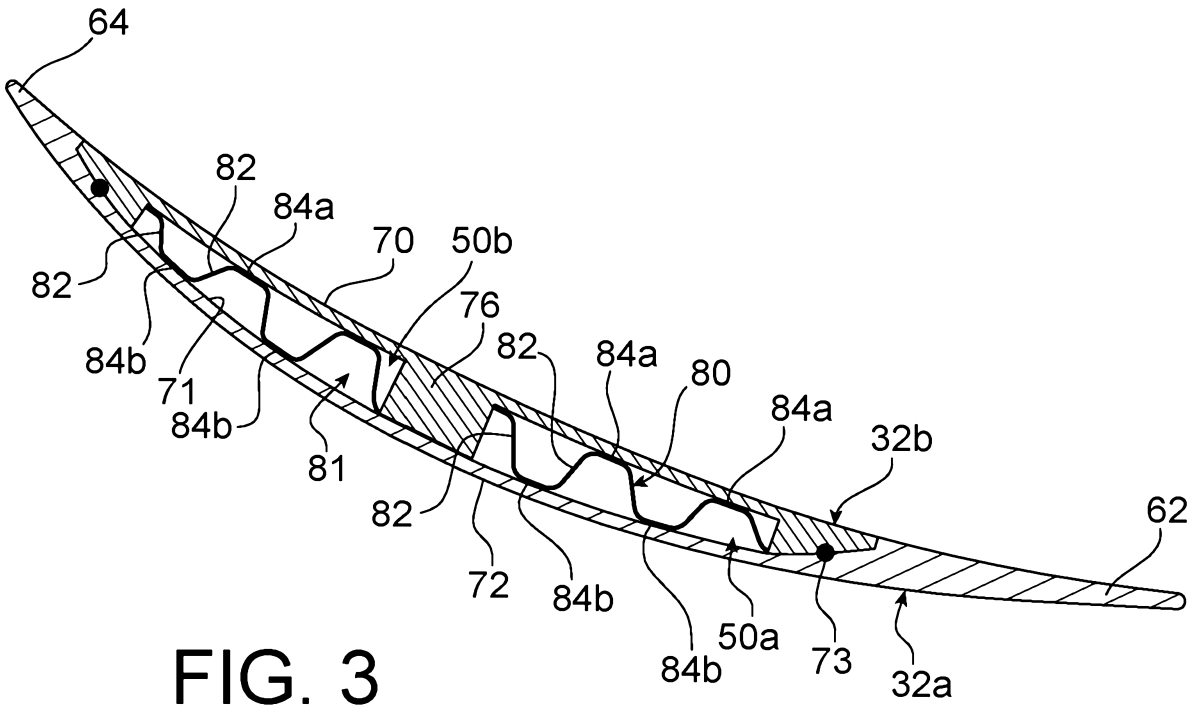

64
82
84a
70
50b
82
76
84b
82
84a
80
71
84b
84a
32b
81
82
62
72
84b
50a
84b
73
32a

FIG. 3

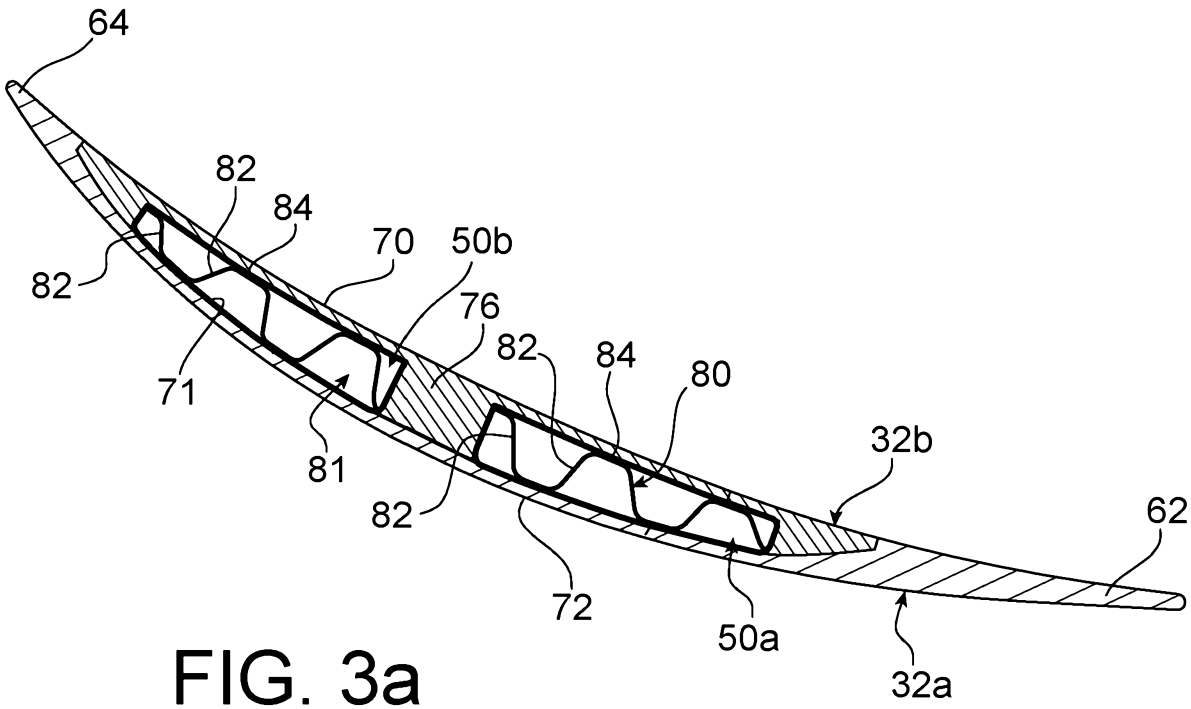

64
82
84
70
50b
82
76
82
84
80
71
32b
81
82
62
72
50a
32a

FIG. 3a

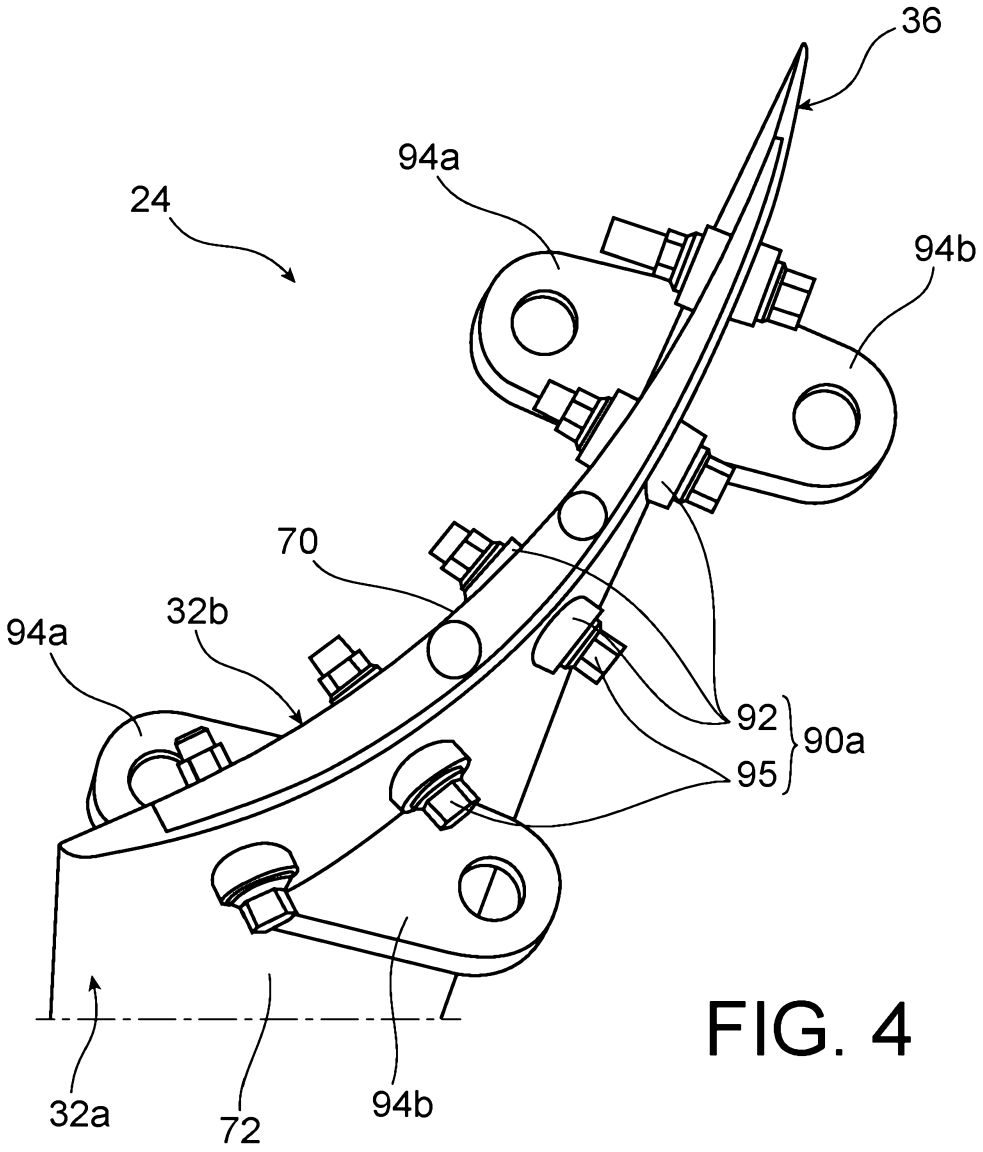


FIG. 4

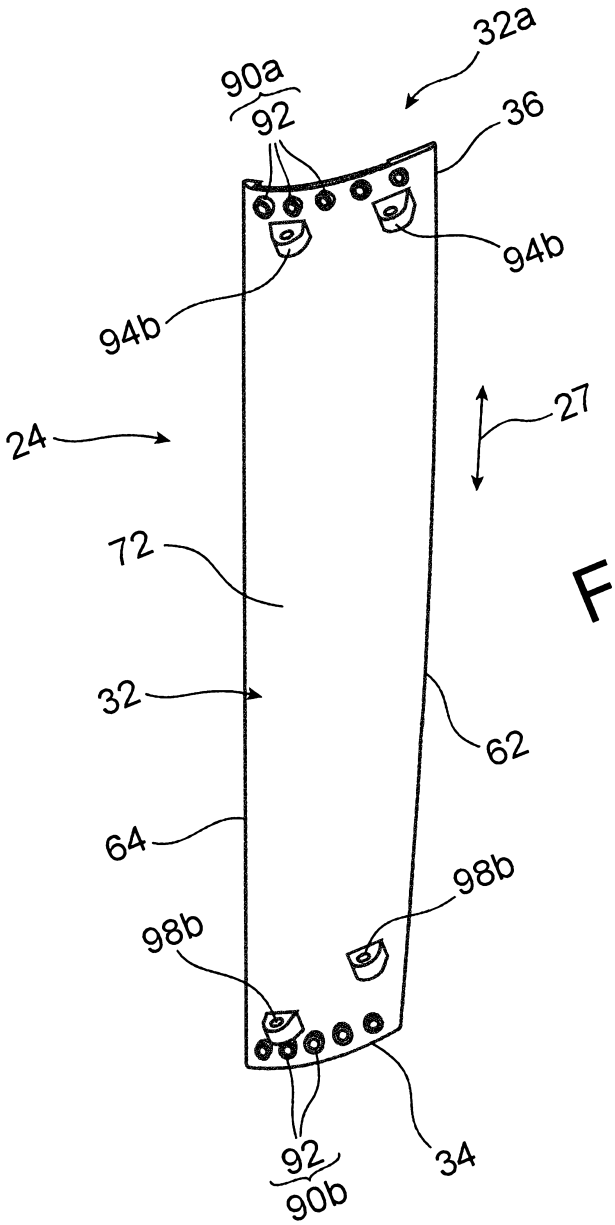

32a
90a
92
36
94b
94b
24
27
72
32
62
64
98b
98b
92
90b
34

FIG. 5

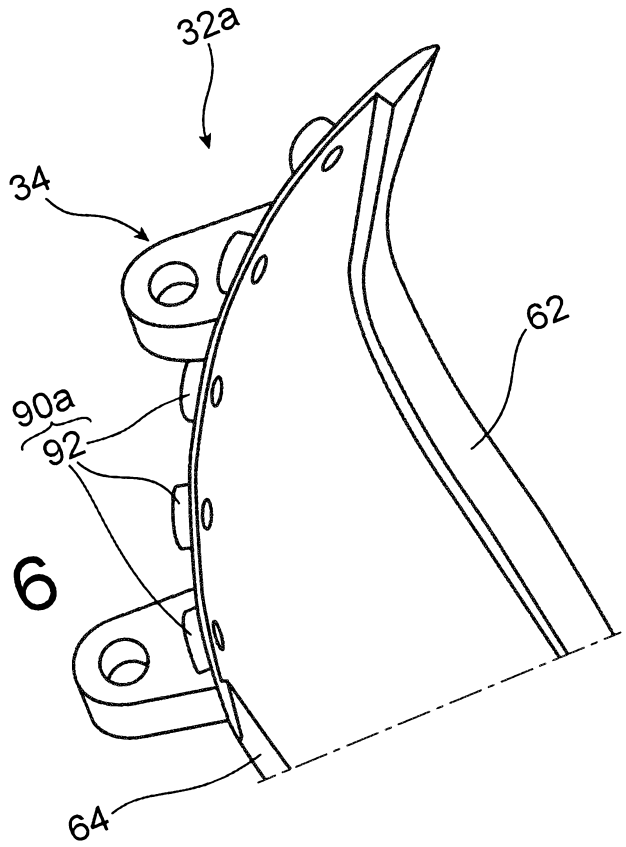

32a
34
62
90a
92
64

FIG. 6

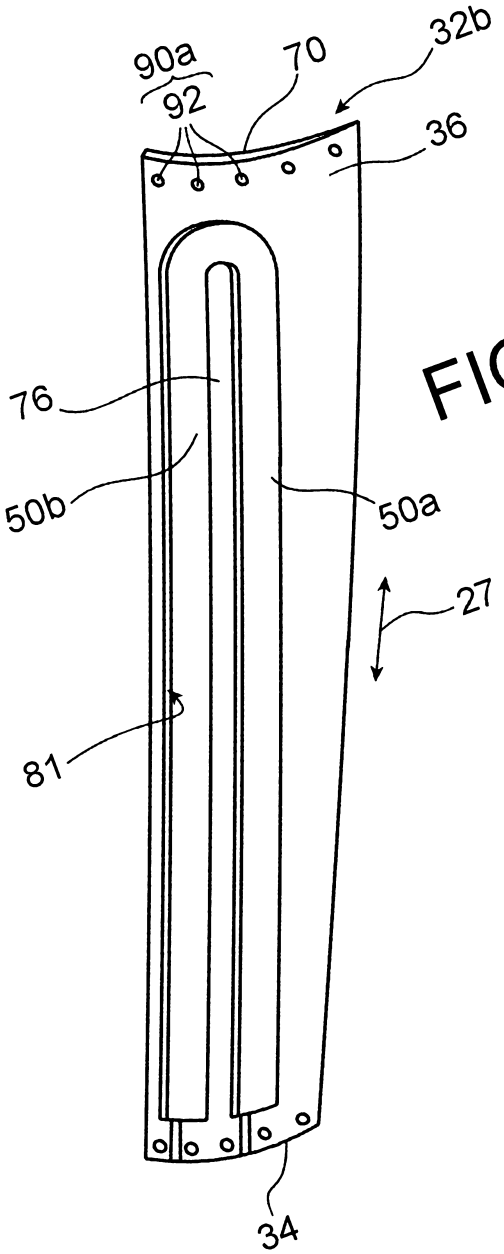

90a
92
70
32b
36
76
50b
50a
27
81
34

FIG. 7

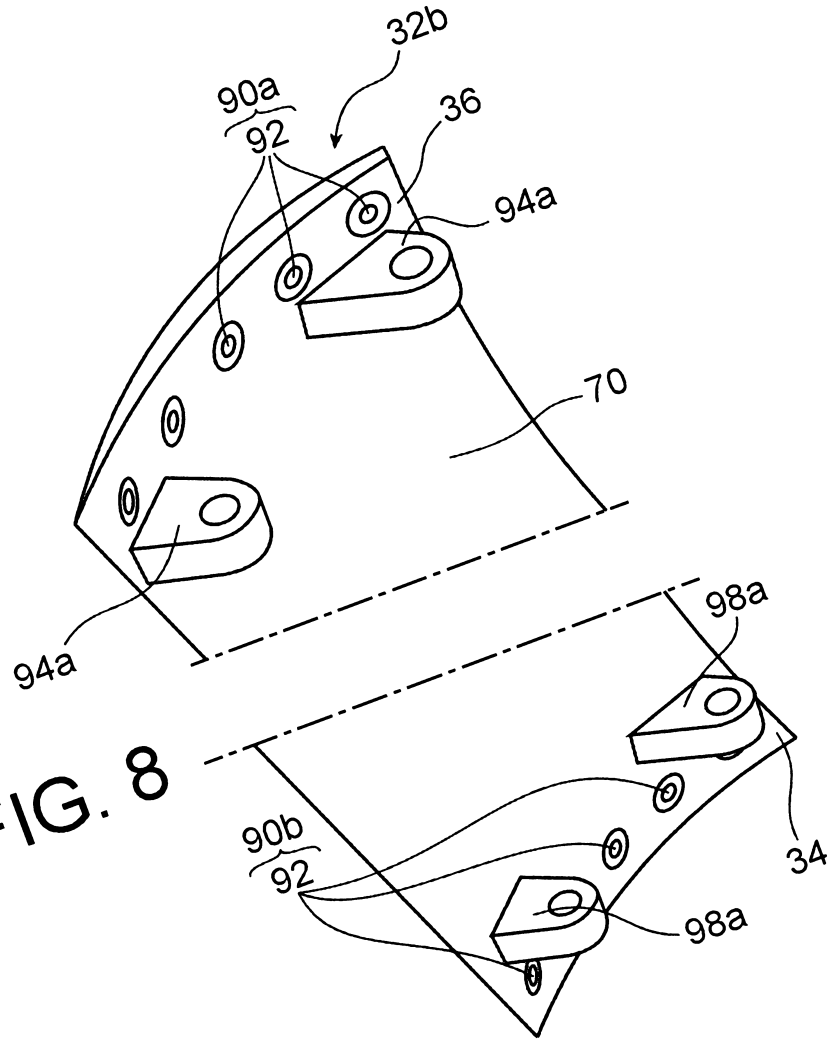

32b
90a
92
36
94a
70
94a
98a
90b
92
34
98a

FIG. 8

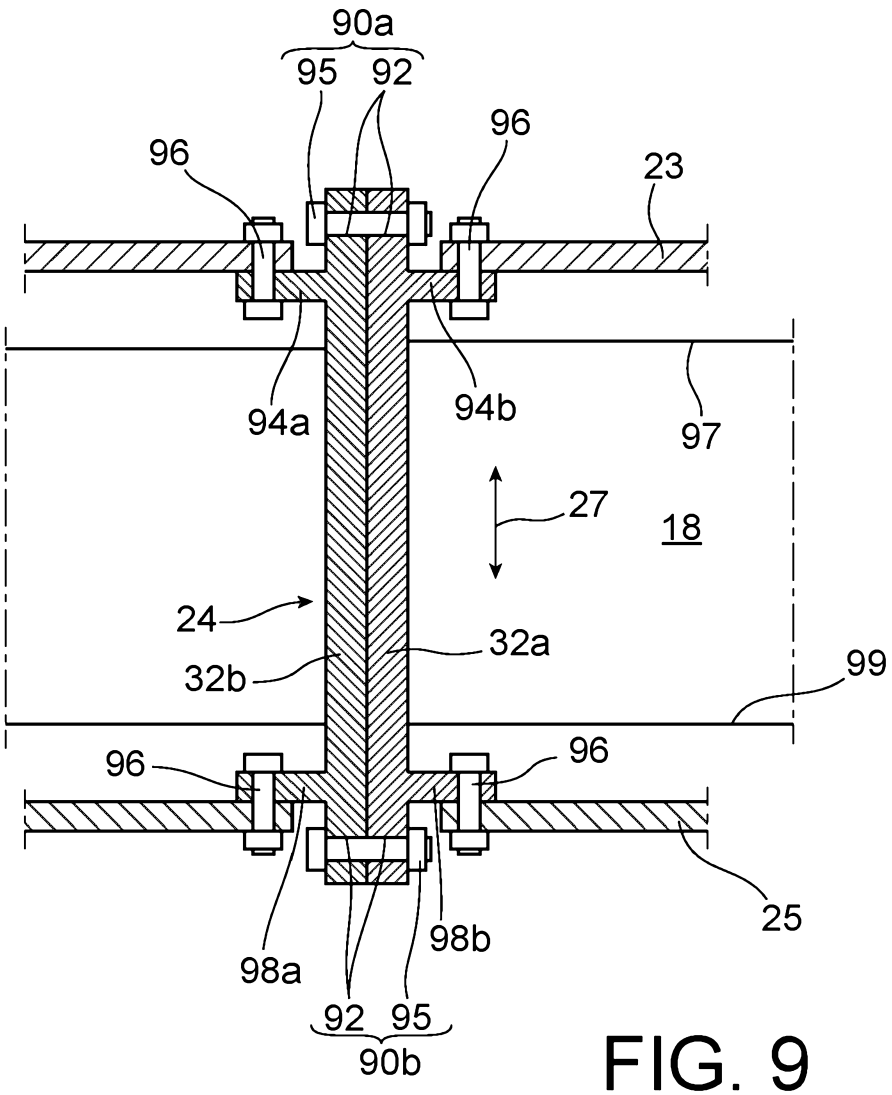

90a
95
92
96
96
23
94a
94b
97
27
18
24
32a
32b
99
96
96
25
98a
98b
92
95
90b

FIG. 9

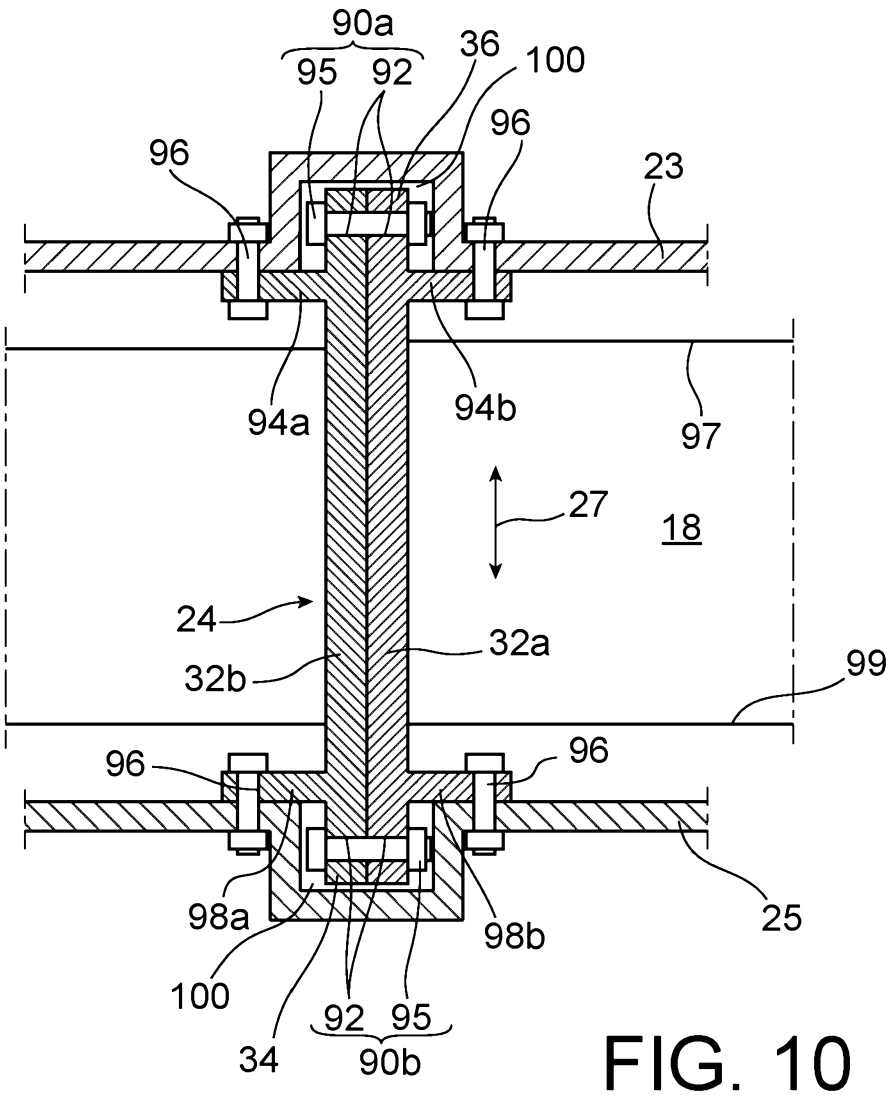

90a
95
92
36
100
96
96
23
94a
94b
97
27
18
24
32a
32b
99
96
96
98a
98b
25
100
92
95
34
90b

FIG. 10

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 850202
FR 1851199

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	US 8 616 834 B2 (KNIGHT III GLENN [US] ET AL) 31 décembre 2013 (2013-12-31) * colonne 2, ligne 48 - colonne 3, ligne 67 * * figures 2-6 *	1-11	F04D29/54
A	GB 2 376 269 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 11 décembre 2002 (2002-12-11) * page 6, ligne 18 - page 7, ligne 34 * * figures 1, 3-4 *	1-11	
A	US 2017/284417 A1 (ZACCARDI CEDRIC [FR] ET AL) 5 octobre 2017 (2017-10-05) * alinéa [0052] - alinéa [0066] * * alinéa [0073] - alinéa [0074] * * figures 2-4 *	1-11	
A	US 2017/292531 A1 (SNYDER DOUGLAS J [US]) 12 octobre 2017 (2017-10-12) * alinéa [0029] * * alinéa [0036] - alinéa [0037] * * alinéa [0045] - alinéa [0048] * * figures 2, 3A, 5, 6 *	1-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F04D F01D F02K
A	US 2015/315923 A1 (BORDONI NILS [FR]) 5 novembre 2015 (2015-11-05) * alinéa [0144] - alinéa [0151] * * alinéa [0163] - alinéa [0164] * * figures 3-6 *	1-11	
A	US 2008/159851 A1 (MONIZ THOMAS ORY [US] ET AL) 3 juillet 2008 (2008-07-03) * alinéa [0019] - alinéa [0022] * * figures 2, 3 *	1-11	
A	GB 523 038 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 3 juillet 1940 (1940-07-03) * page 1, ligne 103 - page 2, ligne 10 * * figure 3 *	1-11	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
3 octobre 2018	Oliveira, Damien

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

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1851199 FA 850202

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 03-10-2018
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 8616834 B2	31-12-2013	CA 2737338 A1	30-10-2011
		EP 2383437 A2	02-11-2011
		JP 5866090 B2	17-02-2016
		JP 2011236894 A	24-11-2011
		US 2011268562 A1	03-11-2011
GB 2376269 A	11-12-2002	AUCUN	
US 2017284417 A1	05-10-2017	FR 3049644 A1	06-10-2017
		GB 2552050 A	10-01-2018
		US 2017284417 A1	05-10-2017
US 2017292531 A1	12-10-2017	AUCUN	
US 2015315923 A1	05-11-2015	GB 2515961 A	07-01-2015
		US 2015315923 A1	05-11-2015
		WO 2013150248 A1	10-10-2013
US 2008159851 A1	03-07-2008	CA 2615508 A1	29-06-2008
		EP 1942253 A2	09-07-2008
		JP 2008163950 A	17-07-2008
		KR 20080063131 A	03-07-2008
		US 2008159851 A1	03-07-2008
GB 523038 A	03-07-1940	DE 757189 C	05-04-1954
		FR 847854 A	18-10-1939
		GB 523038 A	03-07-1940

EPO FORM P0465