

⑤④ ENTREE D'AIR DE NACELLE MUNIE D'UN SYSTÈME DE PROTECTION CONTRE LA GLACE MIXTE.

②② Date de dépôt : 03.03.21.

③⑦ Priorité :

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : AIRBUS OPERATIONS (S.A.S.)
S.A.S. — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 09.09.22 Bulletin 22/36.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 08.03.24 Bulletin 24/10.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : ALBET Grégory, PORTE Alain et
BOURHIS Arnaud.

⑦③ Titulaire(s) : AIRBUS OPERATIONS (S.A.S.) S.A.S..

⑦④ Mandataire(s) :



Description

Titre de l'invention : ENTREE D'AIR DE NACELLE MUNIE D'UN SYSTÈME DE PROTECTION CONTRE LA GLACE MIXTE

- [0001] La présente invention concerne les ensembles propulsifs d'aéronef et plus particulièrement l'entrée d'air des nacelles des ensembles propulsifs.
- [0002] De manière classique, une nacelle d'aéronef comprend de l'avant vers l'arrière, un premier tronçon en amont dans la direction du flux aérodynamique traversant la nacelle de l'aéronef en vol, appelé entrée d'air, un deuxième tronçon qui recouvre le carter de la soufflante moteur, appelé capot de soufflante, et un troisième tronçon qui présente généralement une zone d'inversion de poussée qui entoure le corps de la turbine du moteur à l'aval dans la direction du flux aérodynamique.
- [0003] Les bords d'attaque des aéronefs et en particulier les lèvres des entrées d'air des nacelles des ensembles propulsifs, peuvent subir la formation de givre qui en s'accumulant forme des blocs de glace. De tels blocs de glace peuvent perturber l'écoulement dans l'entrée d'air et modifier les caractéristiques aérodynamiques de l'ensemble propulsif. Pour pallier à cet inconvénient, il est connu de munir la lèvre d'entrée d'air de système de dégivrage.
- [0004] Par ailleurs, il est également connu de munir l'ensemble propulsif, d'un panneau d'atténuation acoustique, appelé panneau acoustique. Un tel panneau permet de réduire l'effet sonore produit par une turbomachine présente dans l'ensemble propulsif lors de son fonctionnement. Cependant, il n'est pas possible d'étendre le panneau acoustique en direction de la lèvre d'entrée d'air en vue d'obtenir une plus grande atténuation du bruit provenant de la turbomachine sans impacter la zone de dégivrage au niveau de la lèvre d'entrée d'air.
- [0005] La demande de brevet FR3087419 montre une nacelle de moteur, représentée sur la [Fig.1], comprenant une lèvre 2 délimitant un espace annulaire 4 fermé par un cadre avant 6. Cet espace annulaire constitue la zone A dite de dégivrage que l'on appelle Duct. L'espace annulaire 4 est agencé pour recevoir une alimentation en air chaud 8 permettant de prévenir la formation de la glace. La zone B dite acoustique permettant d'atténuer le bruit du moteur se trouve en aval de la zone A de dégivrage, à savoir en aval de l'espace annulaire 4 soit en aval du cadre avant 6 ; la paroi interne de la nacelle dans la zone B est équipée d'un panneau acoustique 10. L'air 8 est chauffé à de très fortes températures, généralement 250°C à 550°C. Or pour répondre aux contraintes de dégivrage, cet espace annulaire 4 est de taille importante et les températures sont donc difficiles à homogénéiser ce qui mène à des pièces épaisses et lourdes. De plus, une

grande partie de la face interne se trouve dépourvue de panneau acoustique.

- [0006] La présente invention vise à proposer une entrée d'air de nacelle offrant une amélioration du système de protection contre la glace permettant d'étendre les performances acoustiques au plus près de l'entrée d'air dans ledit espace annulaire et de permettre le dégivrage de la face externe de l'entrée d'air dont la forme répond aux contraintes de laminarité naturelle.
- [0007] A cet effet, la présente invention concerne une entrée d'air comprenant une face externe et une face interne se rejoignant en une ligne à l'extrême longitudinalement dite ligne extremum, un panneau acoustique étant installé sur la surface interne d'une partie de la face interne, caractérisé en ce qu'un système de suppression par vibration de la glace formée est mis en place au niveau d'au moins une partie de la face externe et un système de prévention de formation de glace utilisant un fluide chaud est mis en place au niveau d'au moins une partie de la face interne.
- [0008] De cette manière, les systèmes sont adaptés au positionnement dans l'entrée d'air. Du fait de mettre en place le système de suppression de la glace au moins sur la face externe, les blocs de glace sont entraînés par le flux d'air léchant la face externe et ne sont pratiquement pas ingérés par le moteur pourraient détériorer les performances de celui-ci. De plus en choisissant un système de prévention de formation de la glace sur la face interne, à nouveau aucun bloc de glace ne peut être ingéré par le moteur, la glace ne se formant pas sur celle-ci.
- [0009] L'invention prévoit au moins l'une des caractéristiques optionnelles suivantes, prises isolément ou en combinaison.
- [0010] Le système de suppression de la glace est mis en place uniquement au niveau de la face externe.
- [0011] Le système de suppression de la glace est mis en place jusqu'au-delà de la ligne extremum au niveau de la face interne.
- [0012] Le système de prévention de formation de la glace est mis en place uniquement au niveau de la face interne.
- [0013] Le système de prévention de formation de la glace est mis en place jusqu'au-delà de la ligne extremum au niveau de la face externe.
- [0014] Le système de prévention de formation de la glace conduit de l'air chaud au travers de conduits se trouvant sur la face interne.
- [0015] Le système de suppression de la glace formée comprend des dispositifs piezzo électriques répartis sur au moins une partie de la surface interne de la face externe.
- [0016] Des générateurs thermoélectriques sont placés sur une surface chaude de l'entrée d'air et connectés aux dispositifs piezzo électriques pour les alimenter à partir de la différence de température entre l'intérieur de l'entrée d'air et une surface chaude à l'intérieur de celle-ci.

- [0017] Le système de prévention de formation de la glace comprend des conduits longitudinaux répartis sur au moins une partie de la surface interne de la face interne, dont l'extrémité amont reçoit de l'air chaud évacué dans l'espace intérieur de l'entrée d'air par l'extrémité aval desdits conduits.
- [0018] Les conduits longitudinaux sont répartis sur toute la périphérie annulaire transversale de la face interne.
- [0019] L'extrémité amont des conduits débouche dans une goulotte transversale conduisant l'air chaud vers les conduits longitudinaux.
- [0020] La goulotte constitue le tuyau d'air chaud et les générateurs sont fixés sur la surface extérieure de la goulotte.
- [0021] Un panneau acoustique se superpose aux conduits longitudinaux et s'étend longitudinalement depuis la goulotte sur au moins une partie de la face interne.
- [0022] Les conduits longitudinaux font partie d'un ou plusieurs panneaux de réchauffage sur toute la périphérie transversale annulaire de l'entrée d'air.
- [0023] L'extrémité transversale aval du panneau de réchauffage forme une marche vers l'intérieur de l'entrée d'air de manière à loger un panneau acoustique dans la cavité formée par la marche et permettre aux conduits de pouvoir évacuer l'air chaud dans l'espace intérieur de l'entrée d'air sans avoir à traverser ledit panneau acoustique.
- [0024] Des raidisseurs sont mis en place transversalement sur une partie de la surface interne de la face externe, aucun cadre avant n'étant prévu.
- [0025] La jonction entre la face interne et la face externe est réalisée au niveau de la ligne extremum.
- [0026] L'invention se rapporte également à la nacelle pourvue d'une entrée d'air présentant au moins l'une ou plusieurs des caractéristiques précédentes.
- [0027] L'invention concerne aussi l'ensemble propulsif d'un aéronef muni d'une nacelle présentant l'une ou plusieurs des caractéristiques précédentes.
- [0028] D'autres buts, caractéristiques et avantages ressortiront de la description de l'invention qui va suivre, description donnée à titre d'exemple uniquement non limitatif, en référence aux dessins ci-annexés dans lesquels :
- [Fig.1] est une vue en coupe longitudinale simplifiée d'une entrée d'air selon l'art antérieur ;
- [Fig.2] est une vue en perspective d'un aéronef pourvu d'un ensemble propulsif muni d'une nacelle selon la présente l'invention ;
- [Fig.3] est une vue en perspective d'une nacelle selon la présente invention ;
- [Fig.4] est une vue en coupe longitudinale d'une entrée d'air de nacelle pourvue d'un système mixte de protection contre la glace selon la présente invention ;
- [Fig.5] est une vue partielle et agrandie de la zone A de l'entrée d'air de la [Fig.4] munie d'un système de suppression de la glace formée selon la présente invention ;

[Fig.6] est une vue partielle et agrandie de la zone B de l'entrée d'air de la [Fig.4] munie d'un système de prévention de la glace selon la présente invention ;

[Fig.7] est une vue en coupe longitudinale au niveau d'un tube d'alimentation en air chaud partielle et agrandie d'une entrée d'air de nacelle pourvue d'un système mixte de protection contre la glace selon la présente invention ;

[Fig.8] est une vue en coupe longitudinale et en perspective éclatée des différentes pièces de l'entrée d'air au niveau de la zone B ;

[Fig.9] est une vue en coupe longitudinale et en perspective de l'entrée d'air au niveau de la zone B ;

[Fig.10] est une vue en coupe longitudinale et en perspective éclatée de l'entrée d'air.

[0029] La [Fig.2] représente un aéronef 12 comprenant un ensemble propulsif 14.

L'ensemble propulsif 14 est un dispositif permettant de générer une poussée qui constitue la force motrice de l'aéronef 12. L'ensemble propulsif 14 comporte une nacelle 16 entourant un moteur tel qu'un turboréacteur présentant une entrée d'air 18. Comme illustré sur la [Fig.3], la nacelle 16 s'étend autour d'un axe appelé axe longitudinal L orienté dans une direction longitudinale X. La direction Y correspond à la direction orientée transversalement par rapport à la nacelle 16. La direction Z correspond à la direction verticale ou hauteur lorsque l'aéronef est posé au sol. Les trois directions X, Y et Z sont orthogonales entre elles. Dans la suite de la description, les termes « avant » et « arrière », « amont » et « aval » se comprennent selon la direction du flux d'air dans l'ensemble propulsif en fonctionnement, soit la direction X. L'air rentre par l'avant de l'ensemble propulsif, c'est-à-dire par l'entrée d'air 18 de la nacelle et ressort par l'arrière de celui-ci.

[0030] Comme représenté sur la [Fig.4], l'entrée d'air 18 comprend une lèvre 20 d'entrée d'air. La lèvre 20 est une pièce physique qui définit le bord d'attaque du carénage de la nacelle. Selon les formes de réalisation, la lèvre 20 peut être formée d'une pièce d'un seul tenant ou de plusieurs pièces assemblées. La nacelle comprend une face annulaire interne 22 et une face annulaire 24 externe. La face interne 22 délimite un conduit intérieur permettant de canaliser l'air en direction du moteur. La face externe 24 constitue une face en contact avec l'air extérieur. Les deux faces 22 et 24 se rejoignent en une ligne 26 annulaire positionnée à l'extrême longitudinalement dite ligne extremum : la ligne extremum forme la ligne à l'extrémité libre de la nacelle dans la direction longitudinale au niveau de laquelle la tangente à la courbure est verticale. Lorsque l'ensemble propulsif se trouve à l'horizontale en vol, lorsque l'air arrive sur le bord d'attaque de la nacelle, s'il arrive du côté la face 22 interne par rapport à la ligne 26 extremum, il aura tendance à se diriger vers l'intérieur de la nacelle. S'il arrive du côté de la face externe, il se trouve dirigé vers l'extérieur de la nacelle.

[0031] Selon la forme de réalisation illustrée sur les figures 4 et 10, la face externe 24 est

monolithique, à savoir formée d'un seul bloc ; elle n'est pas réalisée par l'assemblage d'au moins deux parties. De ce fait, elle offre une surface externe laminaire limitant la traînée et donc la consommation ainsi que la pollution des moteurs. La face externe 24 peut être réalisée de plusieurs manières. Selon un premier exemple, au moins une partie de la face externe 24 est réalisée à partir d'un panneau en métal par exemple en titane noyé dans une structure composite à matrice thermodurcissable ou thermoplastique. Selon un deuxième exemple, la face externe est réalisée en totalité par une tôle par exemple d'aluminium. D'autres formes de réalisation sont envisageables dans lesquelles la face externe serait formée de l'assemblage de plusieurs pièces.

[0032] L'entrée d'air 18 présente en section longitudinale une forme de U ouvert vers l'arrière dans la direction longitudinale X. L'entrée d'air 18 comprend un cadre 28 arrière qui délimite l'entrée d'air par rapport au tronçon suivant longitudinalement de la nacelle. Le cadre 28 arrière présente une inclinaison importante par rapport à l'axe L vers l'arrière de manière à dévier vers l'extérieur un oiseau qui après collision avec l'entrée d'air aurait pénétré dans celle-ci ; le cadre 28 permet d'éviter qu'il ne poursuive sa trajectoire vers la zone de soufflante du moteur. L'entrée d'air ne comporte aucun cadre avant afin de permettre de prolonger le panneau acoustique au plus près de la ligne 26 extremum. De ce fait, en l'absence de cadre avant, des raidisseurs 30 sont fixés à la surface interne de la face externe 24 transversalement. Dans la forme illustrée, ils sont répartis au niveau de sa courbure la plus légère soit depuis le cadre arrière 28 jusqu'au système de protection contre la glace que l'on verra plus loin. Dans le cas d'une face externe 24 faite de la juxtaposition d'un panneau en métal et d'une structure composite, les raidisseurs sont réalisés à partir du même composite. Ils sont fixés à la face externe par tout moyen connu. Les raidisseurs peuvent par exemple être intégrés à ladite structure de la face externe dans le cas d'une cocuisson de composite à polymériser. Dans le cas d'une face externe en tôle, les raidisseurs sont fixés à celle-ci par collage, rivets fraisés ou tout autre type de fixation. Les raidisseurs peuvent être faits de tout autre matériau et fixés par d'autre type de moyen à la face externe 24. L'absence de cadre avant permet d'offrir une forme de face externe ayant de bonnes performances de laminarité naturelle. En effet, elle évite l'utilisation de fixations pour associer le cadre avant à la face externe. L'absence de cadre supprime également toute déformation en vol due aux liaisons avec la face externe. Dans le cas d'un impact d'oiseau, le cadre avant avait aussi pour fonction de dévier la trajectoire de celui-ci : dans la présente invention, c'est le cadre arrière qui joue ce rôle. Enfin, le cadre avant a pour fonction supplémentaire de créer une cavité avec la lèvre pour contenir et permettre la circulation d'air chaud. Nous verrons plus loin comment la circulation d'air chaud est ici gérée.

[0033] Afin de limiter le bruit émis par l'ensemble propulsif, la face interne 22 de la nacelle

comporte un panneau acoustique 33 comprenant au moins une structure alvéolaire 34 constituée de cellules ou alvéoles prise en sandwich entre une peau 36 intérieure orientée vers l'axe L et une peau 38 extérieure orientée dans la direction opposée vers l'extérieur de la nacelle. La peau intérieure 36, couramment appelée peau résistive, est poreuse, et par exemple perforée, pour permettre aux ondes sonores de se propager à l'intérieur de la structure alvéolaire pour y être atténuées. La peau extérieure 38 est de manière classique pleine mais peut être perforée. Le panneau peut comprendre plusieurs couches de structures alvéolaires l'une au-dessus de l'autre entre lesquelles s'intercalent une ou plusieurs peaux. La structure du panneau acoustique est connue de l'état de la technique et ne sera donc pas décrite plus en détail.

[0034] La présente invention porte sur un système 40 mixte de protection de l'entrée d'air de la nacelle contre la glace. Dans toute la description qui suit, le terme glace recouvre aussi bien la glace que le givre, de toutes natures, de toutes structures et de toutes épaisseurs. Dans la présente invention, le système global 40 est dit mixte car des systèmes de protection différents sont implémentés au niveau de la face interne 22 et de la face externe 24 de l'entrée d'air. Sur au moins une partie de la face externe 24, un système 42 de suppression par vibration de la glace formée est installé alors que sur au moins une partie de la face interne 22, un système 44 permettant d'éviter la formation de la glace utilisant un fluide chaud est mis en place. Selon une forme de réalisation, le système 42 de suppression de la glace formée n'est pas installé sur la face interne. De cette façon, si de la glace était formée sur la surface extérieure de la face interne, en la pulvérisant, les bris pourraient être entraînés dans le canal de soufflante et ingérés par le moteur. Cependant il est possible également que le système de suppression de la glace formée soit installé au-delà de la ligne extremum sur la face interne. Selon une forme de réalisation particulière, il est installé sur une faible partie de la longueur (longitudinalement) de la face interne soit moins de 40% de la longueur de la face interne au-delà de la ligne extremum voire moins de 20%, voire moins de 10%. Selon une forme de réalisation, le système permettant d'éviter la formation de la glace prévu au niveau de la face interne est installé uniquement au niveau de la face interne. Cependant il est possible que le système permettant d'éviter la formation de la glace prévu au niveau de la face interne soit installé également au-delà de la ligne extremum 26 sur une partie de la face externe. Selon une forme de réalisation, soit un système de suppression de la glace soit un système de prévention de formation de la glace est installé sur la face interne et la face externe. Une ligne de marquage peut marquer la frontière entre les deux systèmes. Si la ligne de marquage correspond à la ligne extremum, la forme de réalisation correspond à l'installation d'un système de suppression de la glace sur la face externe et un système de prévention de formation de la glace sur la face interne. Selon une forme de réalisation particulière, la ligne de

marquage se trouve au-delà de la ligne extremum au niveau de la face interne.

[0035] Comme représenté sur la [Fig.5], le système 42 de suppression de la glace détruit la glace une fois formée qui est évacuée avec l'écoulement d'air le long de la surface extérieure de la face externe 24. Il comprend des dispositifs 46 électro-mécaniques de type piézo-électrique indépendants et placés sur au moins une partie de la surface interne de la face externe 24 de l'entrée d'air. Les dispositifs 46 sont fixés à la surface interne de la face externe 24 par collage ou résine epoxy ou encore par des fixations de rivets en titane ou encore par tout autre type de fixation. Dans la forme illustrée, ils sont répartis à une certaine distance les uns des autres. Le nombre et l'emplacement des dispositifs 46 dépendent de leurs performances et des exigences en dégivrage de l'entrée d'air. Il est possible que des dispositifs 46 soient positionnés du côté de la face interne par rapport à la ligne 26 extremum mais pas au-delà du système 44. Ce type de dispositif ne nécessite qu'un niveau très faible d'électricité pour fonctionner. Ils peuvent être alimentés de diverses façons et par exemple par l'aéronef et plus précisément son cœur électrique, par des câbles indépendants menant à une source d'électricité ou encore par des générateurs thermoélectriques dont la disposition dans l'entrée d'air sera décrite plus loin. Les générateurs peuvent être par exemple des générateurs à base de matériau semi-conducteur. Les matériaux semi-conducteurs produisent de l'énergie électrique sous l'influence d'une différence de température. Les générateurs thermoélectriques à base de semi-conducteur sont placés sur une surface chaude et par exemple sur la surface d'un tuyau conduisant de l'air chaud comme un tube alimentant par exemple l'entrée d'air en air chaud ou encore sur la surface d'une goulotte de distribution d'air chaud en liaison avec ledit tube qui seront décrits plus loin. Ainsi les dispositifs piézo-électriques sont autonomes : ils sont alimentés en électricité par thermoélectricité à partir de la différence de température entre l'intérieur de l'entrée d'air et une surface chaude à l'intérieur de l'entrée d'air sur laquelle les dispositifs 46 sont placés. Chacun de ces dispositifs 46 produit des vibrations qui cassent la glace une fois formée. Les bris de glace lorsqu'ils se détachent de la face externe sont entraînés par l'écoulement d'air vers l'extérieur de la nacelle. Pour permettre la propagation des vibrations, il est préférable que la face externe ne soit pas constituée de la juxtaposition de plusieurs panneaux. Il est donc préférable qu'il n'y ait pas de panneau acoustique.

[0036] Le système 44 de prévention de formation de la glace utilise de l'air chaud 48 prélevé par exemple au niveau du moteur pour réchauffer au moins partiellement la face interne 22. L'air chaud 48, comme représenté par des flèches sur la [Fig.6], est introduit dans une goulotte 50 fixée transversalement sur la surface interne de la face interne 22 sur toute sa périphérie. La goulotte 50 est une pièce permettant de contenir l'air chaud comme le faisait le cadre avant en combinaison avec la lèvre. Selon une

forme de réalisation illustrée sur la [Fig.7], de la même façon que dans l'art antérieur décrit plus haut, l'air chaud est canalisé par un tube 49 prélevant l'air chaud depuis le moteur. Cependant, le fluide et ici l'air chaud pourrait provenir de toute autre source telle qu'un dispositif de chauffage d'air. Le tube 49 prélève l'air chaud du moteur depuis l'une de ses extrémités et alimente la goulotte par l'autre de ses extrémités. Le tube 49 peut être réalisé en inox ou inconel ou tout autre matériau. Dans la forme de réalisation illustrée, il est formé d'une double peau et son extrémité est liée de manière étanche à la goulotte 50. Les générateurs 51 thermoélectriques sont fixés sur la surface extérieure de la goulotte 50, à savoir la surface orientée vers l'intérieur de l'entrée d'air. Lors du dégivrage, l'air chaud passe à l'intérieur de la goulotte 50 : le flux d'air chaud qui se dégage de la goulotte est utilisé par les générateurs 51 pour créer de l'électricité de manière autonome. Du fait de la très haute température de l'air chaud qui circule dans la goulotte, le générateur profite d'une différence de température pouvant varier entre 300°C et 450°C entre la surface de la goulotte et l'environnement froid de l'entrée d'air. Le générateur 51 peut ainsi produire une puissance suffisante pour les besoins en protection contre la glace de l'entrée d'air et largement plus faible que la puissance requise pour des systèmes conventionnels de dégivrage électrique. Des harnais électriques 53 relativement courts permettent de connecter les générateurs 51 aux dispositifs 46. Dès la mise en route du dégivrage, l'air chaud circule dans la goulotte 50 et permet au générateur d'alimenter les dispositifs 51 piézo-électriques offrant un système simple, autonome et redondant du fait de prévoir plusieurs générateurs sur la goulotte. Il n'est plus nécessaire de recourir à de longs et coûteux harnais électriques en liaison avec le cœur électrique de l'aéronef ou autres systèmes à l'intérieur de l'aéronef. La goulotte 50 est en connexion avec des conduits 52 longitudinaux répartis sur la surface interne de la face interne 22 afin de la réchauffer et prévenir la formation de glace. La goulotte 50 forme une canalisation de section partiellement annulaire permettant de guider l'air chaud depuis le tube 49 le long d'au moins une partie de la face interne 22 de l'entrée d'air sur toute la périphérie transversale de celle-ci. Dans la forme de réalisation illustrée sur les figures 6 et 8, la goulotte 50 comporte une plaque 54 annulaire de section en omega Ω , avec une âme 56 arquée et deux pieds 58, 60 de part et d'autre de l'âme, un pied 58 amont et un pied 60 aval. La plaque 54 est réalisée par exemple en titane. La goulotte 50 du fait de sa forme de raidisseur annulaire transversal en omega, participe à la rétention d'oiseau permettant d'atténuer l'énergie reçue lors du choc. Aucun dispositif 46 n'est fixé sur la face interne 22 à partir de l'extrémité de la goulotte, ou plus précisément à partir de l'extrémité du pied 58 de la goulotte.

[0037] Dans la forme de réalisation illustrée, les conduits 52 longitudinaux font partie d'un seul et même panneau 62, appelé ci-après panneau de réchauffage pour le distinguer du

panneau 32 acoustique. Le panneau 62 de réchauffage comprend une première et une deuxième tôle en titane par exemple. Pour obtenir les conduits 52, la première tôle 61 est mise en forme par toute technique de formage connue pour former des créneaux qui plaqués contre une deuxième tôle 63 de surface nivelée forment lesdits conduits 52. Les créneaux peuvent présenter tout type de section partiellement annulaire, partiellement rectangulaire ou autre. Les deux tôles 61 et 63 sont juxtaposées l'une sur l'autre et accolées l'une contre l'autre. La jonction entre les deux tôles est réalisée par exemple par soudage classique ou par diffusion suivant les matériaux desdites tôles, par brasage ou par tout autre type de fixation connu. La deuxième tôle 63 forme une partie de la face interne 22. La structure alvéolaire 34 du panneau 32 acoustique ([Fig.4]) repose sur le panneau 62 de réchauffage qui fait fonction de peau intérieure du panneau 32 acoustique. Les première et deuxième tôles 61 et 63 du panneau 32 faisant office de peau intérieure sont perforées entre les conduits 52 pour laisser les ondes acoustiques pénétrer dans la structure alvéolaire comme résonateur de Helmholtz. Des trous 65 (par définition traversants) sont réalisés dans les première et deuxième tôles 61 et 63. Selon une forme de réalisation possible, les trous sont circulaires de diamètre compris entre 0,2 et 0,6 millimètres ou selon une autre forme possible, oblongs dont la plus grande dimension d'un bord à l'autre est de 5 mm et la plus petite 0,5. La structure alvéolaire 34 se déforme et enveloppe les conduits 52 longitudinaux. Ainsi l'air chaud 48 qui circule depuis la goulotte 50 dans les conduits permet d'empêcher la formation de glace au niveau de la face interne 22 formée par la deuxième tôle du panneau de réchauffage ; du fait de l'absence de cadre avant, et de la présence du panneau 62 de réchauffage, le panneau 32 acoustique peut être rapproché de l'extrémité ouverte de l'entrée d'air par rapport aux configurations connues. Du fait de pouvoir s'étendre sur une surface plus grande, l'acoustique est améliorée.

[0038] Le panneau 62 de réchauffage se présente plus précisément sous forme de deux bandes rectangulaires préformées juxtaposées l'une au-dessus de l'autre et accolée l'une contre l'autre ; plusieurs panneaux 62 de réchauffage en forme de bande sont juxtaposés transversalement pour s'étendre sur la périphérie complète de la face annulaire externe 24. Les panneaux 62 sont liés les uns autres par vissage, boulonnage, clipsage ou tout autre type de moyen connu. Plusieurs formes de réalisation sont possibles pour mettre les conduits 52 en relation avec la goulotte 50. Dans la forme de réalisation illustrée, le panneau 62 de réchauffage s'étend longitudinalement sous la goulotte 50. Le bord 64 amont transversal du panneau 62 de réchauffage vient à niveau avec le bord 66 transversal libre du pied amont 58 de la goulotte. La plaque 54 est fixée à la surface interne du panneau de réchauffage 62 par ses pieds 58, 60 par collage, soudage, vissage, boulonnage ou tout autre moyen de fixation. Lorsque la plaque 54 en omega est fixée au panneau de réchauffage, ce dernier obture l'âme 56 de

la goulotte pour former la canalisation décrite plus haut. L'extrémité 68 des conduits 52 longitudinaux débouche dans l'âme 56 de la plaque de la goulotte. Le panneau 62 de réchauffage présente, au droit de l'extrémité 70 transversale du pied amont 58 liée à l'âme, un rebord 72 amont en forme de marche vers l'intérieur de l'entrée d'air et dont la hauteur est légèrement supérieure à l'épaisseur de la face externe 24. Ainsi la face externe 24 peut venir se loger à l'intérieur de la cavité formée par le rebord 72 et venir en juxtaposition contre la marche formée par le rebord. La surface externe de la face externe 24 vient ainsi affleurer la surface externe de la deuxième tôle 63 du panneau de réchauffage formant la face interne 22. La face externe 24, le panneau de réchauffage 62 et le pied amont 58 de la plaque de la goulotte sont fixés ensemble par tout type de moyen et par exemple par boulons. La [Fig.7] représente une autre forme d'assemblage entre la face 24 et le panneau 62. La face 24 et le panneau 62 sont juxtaposés, accolés de manière contiguë l'un à l'autre. Le pied 58 de la goulotte se superpose à la face 24 et au panneau 62 et est fixé à ces derniers par tout type de moyen tel que par boulonnage dont les axes sont représentés sur la [Fig.7] à savoir au moins l'un entre le pied 58 et la face 24 externe d'un côté de la ligne 26 et au moins un autre entre le pied 58 et la face 22 interne de l'autre côté de la ligne 26. Selon une forme de réalisation, la jonction entre la face interne 22 et la face externe 24 est réalisée au niveau de la ligne 26 extrémité pour améliorer encore un peu plus la laminarité de l'entrée d'air.

- [0039] L'extrémité transversale 73 aval du panneau 62 de réchauffage présente un rebord 74 aval en forme de marche vers l'intérieur de l'entrée d'air dont la hauteur est légèrement supérieure à l'épaisseur d'un panneau 33 acoustique. De cette manière, la marche forme un logement à l'intérieur duquel est logé le panneau 33 acoustique. Cela permet également aux conduits 52 longitudinaux de pouvoir évacuer l'air chaud à l'intérieur de l'entrée d'air sans avoir à traverser la structure alvéolaire d'un panneau acoustique. Dans cette forme de réalisation, l'air chaud est évacué à l'intérieur de l'entrée d'air mais il pourrait être évacué ailleurs. Les tôles 61, 63 du panneau de réchauffage sont pliées pour former une portion 76 transversale et pliées à nouveau pour former une portion 78 longitudinale. Deux panneaux 80, 82 de fermeture, un panneau 80 intérieur et un panneau 82 extérieur, sont apposés de part et d'autre du panneau acoustique 33. Le panneau 82 extérieur de fermeture forme la face externe 24 de l'entrée d'air en continuité avec la deuxième tôle 63 du panneau de réchauffage. La surface externe du panneau 82 extérieur de fermeture vient en affleurement avec la surface externe du panneau 62 de réchauffage. De cette manière, une continuité de surface est assurée entre le panneau 82 extérieur de fermeture et le panneau 62 de réchauffage. Le panneau 82 extérieur de fermeture comporte en amont un retour 84 pour envelopper le bord du panneau acoustique 33. Le retour 84 comprend une première face 86 transversale accolée contre la première portion 76 du rebord 74 aval du panneau de ré-

chauffage et une deuxième face 88 longitudinale accolée contre la deuxième portion 78 du rebord 74 aval. L'extrémité libre de la deuxième face 88 longitudinale vient au droit de l'extrémité libre de la deuxième portion 78 du rebord. Le panneau 80 intérieur de fermeture est apposé contre la deuxième portion 78 longitudinale du rebord 74 aval, le panneau acoustique 32 et le panneau acoustique 33. La deuxième portion 78 du rebord est prise en sandwich entre la deuxième face 88 du retour 84 et le deuxième panneau 80 intérieur de fermeture. La jonction entre la deuxième portion 78 du rebord du panneau 62, la deuxième face 88 du panneau 82 et le panneau 80 intérieur de fermeture est réalisée par tout type de fixation et par exemple par des boulons aveugle 89 représentés sur la [Fig.6]. Le panneau intérieur 80 de fermeture se prolonge vers la goulotte 50 et comprend une extrémité 90 amont venant s'accoter contre le panneau de réchauffage. L'extrémité 90 amont comporte une partie 92 intermédiaire inclinée et une patte 94 fixée au panneau de réchauffage par tout type de moyen connu et par exemple par collage. L'extrémité libre de la patte 94 est dans la forme de réalisation apposée sur le panneau 62 de réchauffage contre l'âme 56 de la goulotte. Le panneau 32 acoustique peut être introduit ou pas entre le panneau 62 de réchauffage et le panneau 80 intérieur de fermeture. Cette zone qu'elle soit pleine ou creuse offre une double fonction permettant à la fois d'absorber les ondes acoustiques et de prévenir la formation de glace. Dans le cas de la présence d'un panneau acoustique, la structure alvéolaire 34 du panneau 32 acoustique est liée au panneau intérieur 80 et/ou au panneau 62 de réchauffage par collage ou par tout autre type de moyen connu comme un adhésif prévu sur ladite structure. Le panneau intérieur 80 de fermeture présente des ouvertures. Il peut être par exemple poreux. Ainsi l'air chaud débouchant au niveau de l'extrémité 95 aval des conduits longitudinaux 52 peut traverser le panneau de fermeture et être évacué dans l'entrée d'air.

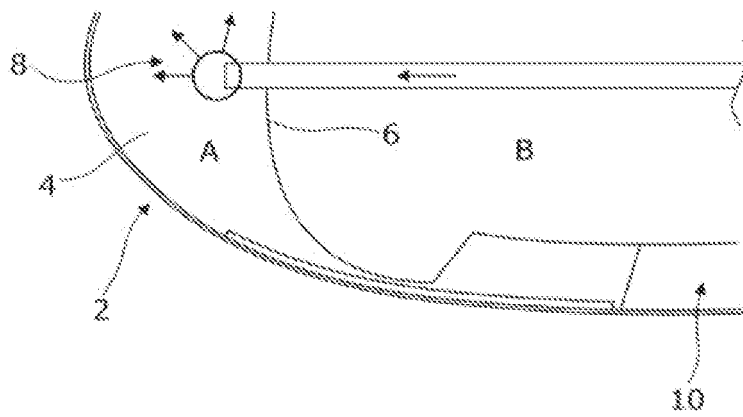
[0040] Selon la forme illustrée sur la [Fig.4], l'extrémité aval du panneau 80 intérieur de fermeture comporte une collerette 96 annulaire permettant la solidarisation avec le tronçon suivant muni également d'une pièce à collerette 98. Les collerettes 96, 98 sont fixées l'une à l'autre par exemple par boulons. L'extrémité du cadre arrière 28 est superposée aux deux collerettes 96, 98 pour une fixation commune par boulons. La liaison entre le panneau acoustique 32 et le panneau acoustique 100 du tronçon suivant peut être réalisé de multiples façons connues par exemple à l'aide d'une pièce de liaison et ne sera pas décrit plus en détail.

Revendications

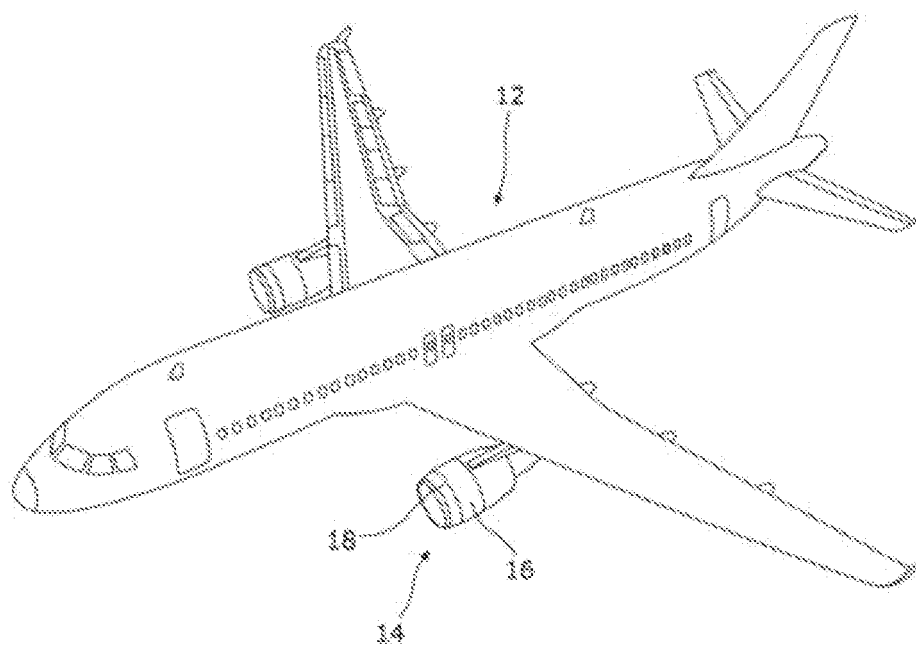
- [Revendication 1] Entrée d'air d'une nacelle d'aéronef comprenant une face externe (24) et une face interne (22) se rejoignant en une ligne à l'extrême longitudinalement dite ligne extremum (26), un panneau acoustique (33) étant installé sur la surface interne d'une partie de la face interne (22), caractérisé en ce qu'un système de suppression (42) par vibration de la glace formée est mis en place au niveau d'au moins une partie de la face externe et un système (44) de prévention de formation de glace utilisant un fluide chaud est mis en place au niveau d'au moins une partie de la face interne, et en ce que soit un système de suppression de la glace, soit un système de prévention de formation de glace utilisant un fluide chaud est installé sur la face interne et sur la face externe, une ligne de marquage marquant la frontière entre les deux systèmes.
- [Revendication 2] Entrée d'air selon la revendication 1, caractérisé en ce que le système (42) de suppression de la glace formée comprend des dispositifs (46) piezzo électriques répartis sur au moins une partie de la surface interne de la face externe (24).
- [Revendication 3] Entrée d'air selon la revendication 2, caractérisé en ce que des générateurs (51) thermoélectriques sont placés sur une surface chaude de l'entrée d'air et connectés aux dispositifs (46) piezzo électriques pour les alimenter à partir de la différence de température entre l'intérieur de l'entrée d'air et une surface chaude à l'intérieur de celle-ci.
- [Revendication 4] Entrée d'air selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le système (44) de prévention de formation de la glace comprend des conduits (52) longitudinaux répartis sur au moins une partie de la surface interne de la face interne (22), dont l'extrémité amont (68) reçoit de l'air chaud (48) évacué dans l'espace intérieur de l'entrée d'air par l'extrémité (95) aval desdits conduits.
- [Revendication 5] Entrée d'air selon la revendication 4, caractérisé en ce que les conduits longitudinaux (52) sont répartis sur toute la périphérie annulaire transversale de la face interne (22).
- [Revendication 6] Entrée d'air selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que l'extrémité amont (68) des conduits (52) débouche dans une goulotte (50) transversale conduisant l'air chaud vers les conduits (52) longitudinaux.
- [Revendication 7] Entrée d'air selon les revendications 3 et 6, caractérisé en ce que la surface de la goulotte constitue la surface chaude et les générateurs (51)

- sont fixés sur la surface extérieure de la goulotte (50).
- [Revendication 8] Entrée d'air selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'un panneau acoustique (32) se superpose aux conduits longitudinaux et s'étend longitudinalement depuis la goulotte (50) sur au moins une partie de la face interne.
- [Revendication 9] Entrée d'air selon l'une des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que les conduits longitudinaux (52) font partie d'un ou plusieurs panneaux (62) de réchauffage sur toute la périphérie transversale annulaire de l'entrée d'air.
- [Revendication 10] Entrée d'air selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'extrémité (73) transversale aval du panneau (62) de réchauffage forme une marche vers l'intérieur de l'entrée d'air de manière à loger un panneau acoustique (33) dans la cavité formée par la marche et permettre aux conduits de pouvoir évacuer l'air chaud dans l'espace intérieur de l'entrée d'air sans avoir à traverser ledit panneau acoustique.
- [Revendication 11] Entrée d'air selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que des raidisseurs (30) sont mis en place transversalement sur une partie de la surface interne de la face externe (24), aucun cadre avant n'étant prévu.
- [Revendication 12] Entrée d'air selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la jonction entre la face interne (22) et la face externe (24) est réalisée au niveau de la ligne (26) extremum.
- [Revendication 13] Nacelle pourvue d'une entrée d'air selon l'une des revendications 1 à 12.
- [Revendication 14] Ensemble propulsif d'un aéronef muni d'une nacelle selon la revendication 13.

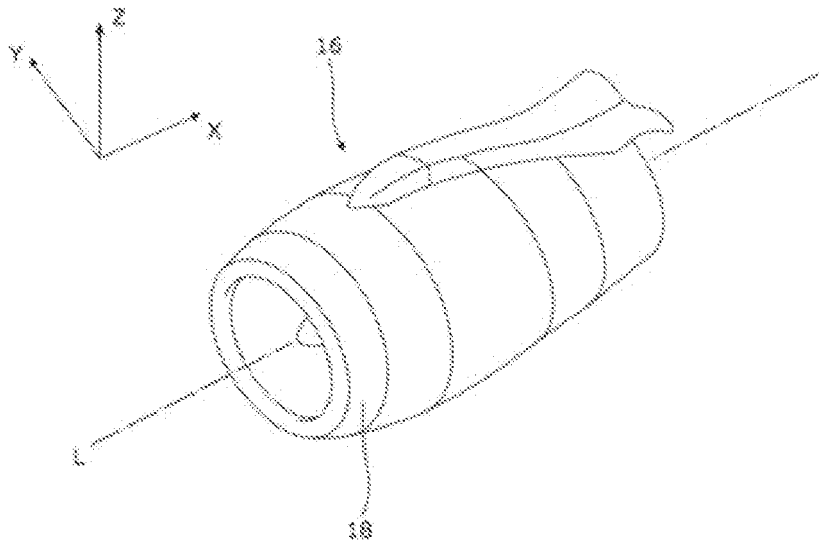
[Fig. 1]



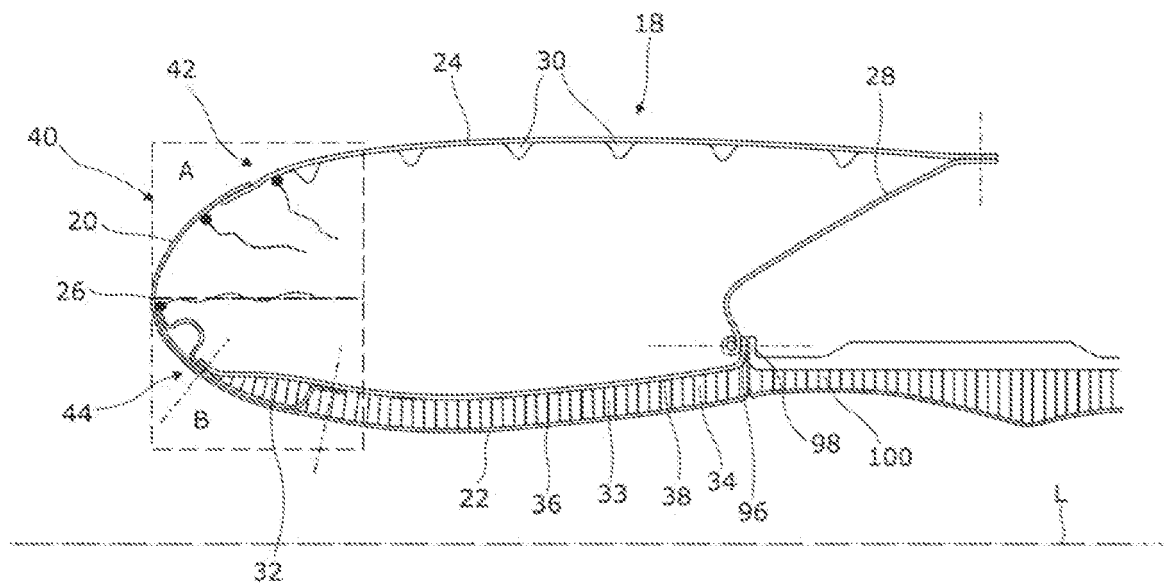
[Fig. 2]



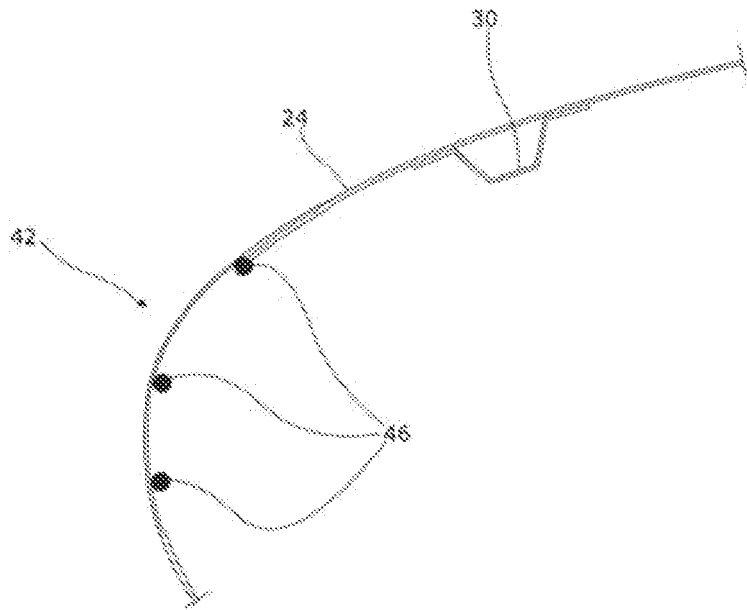
[Fig. 3]



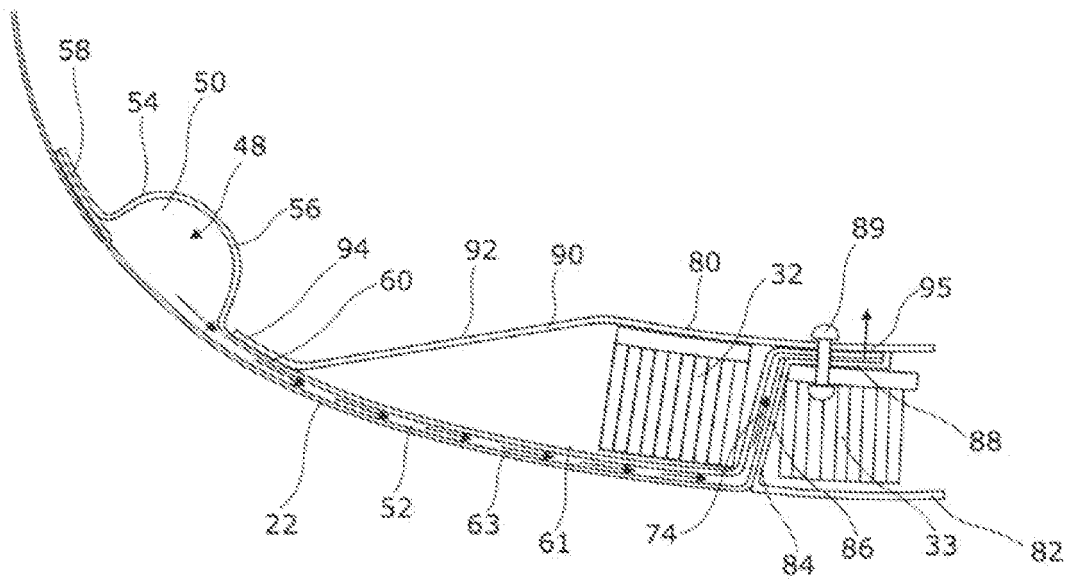
[Fig. 4]



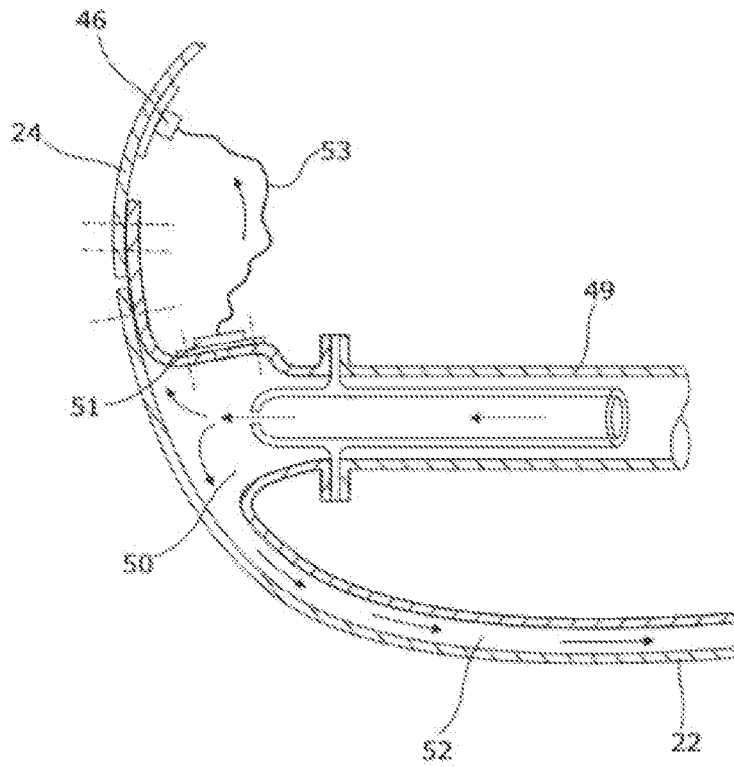
[Fig. 5]



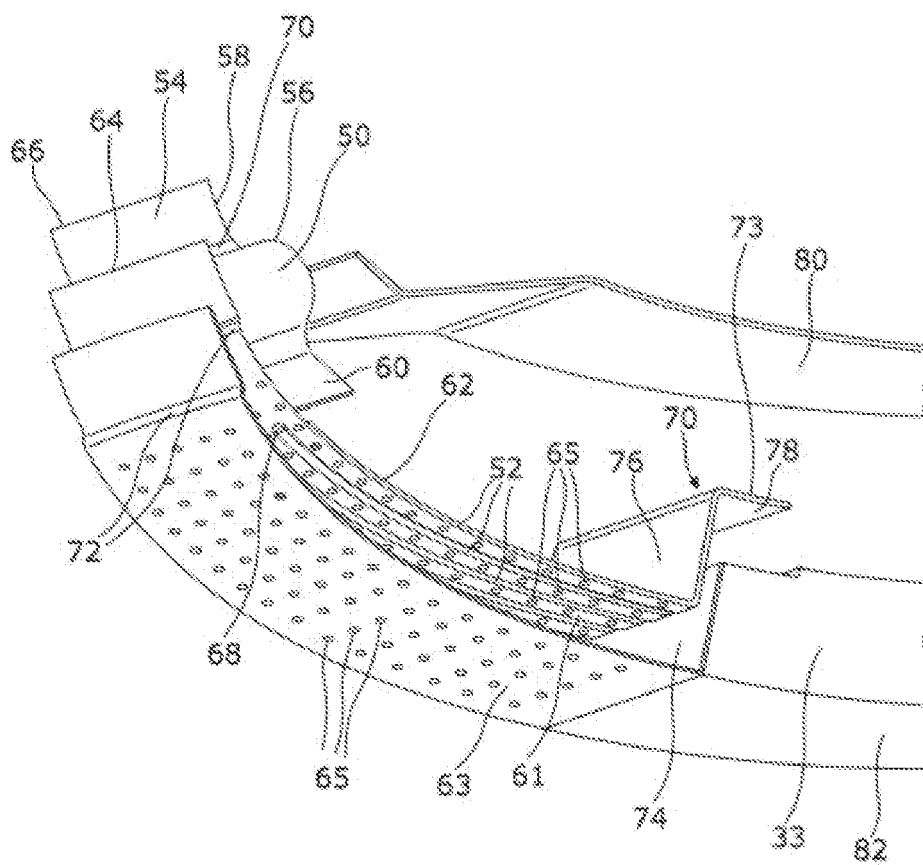
[Fig. 6]



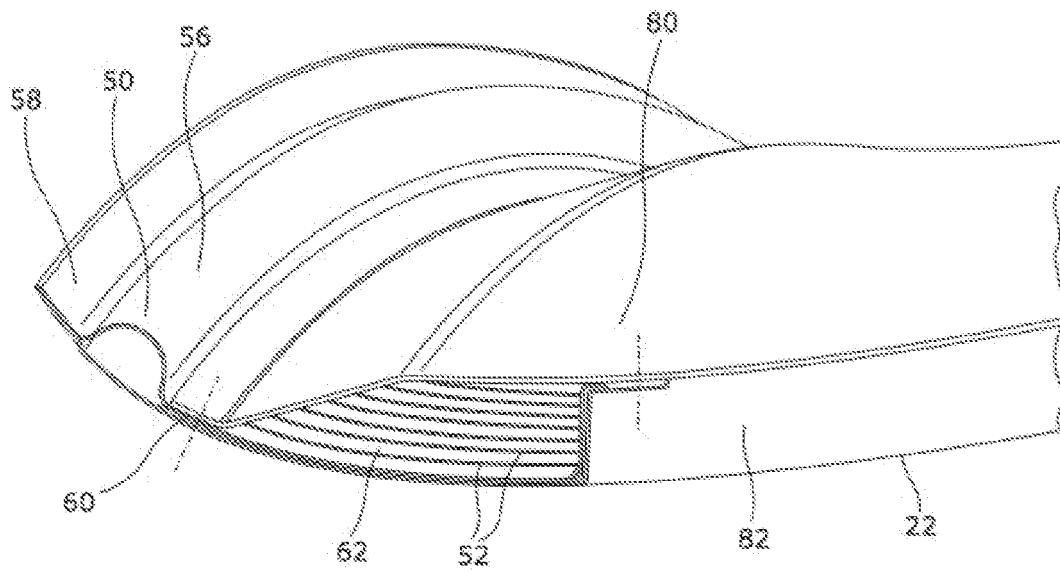
[Fig. 7]



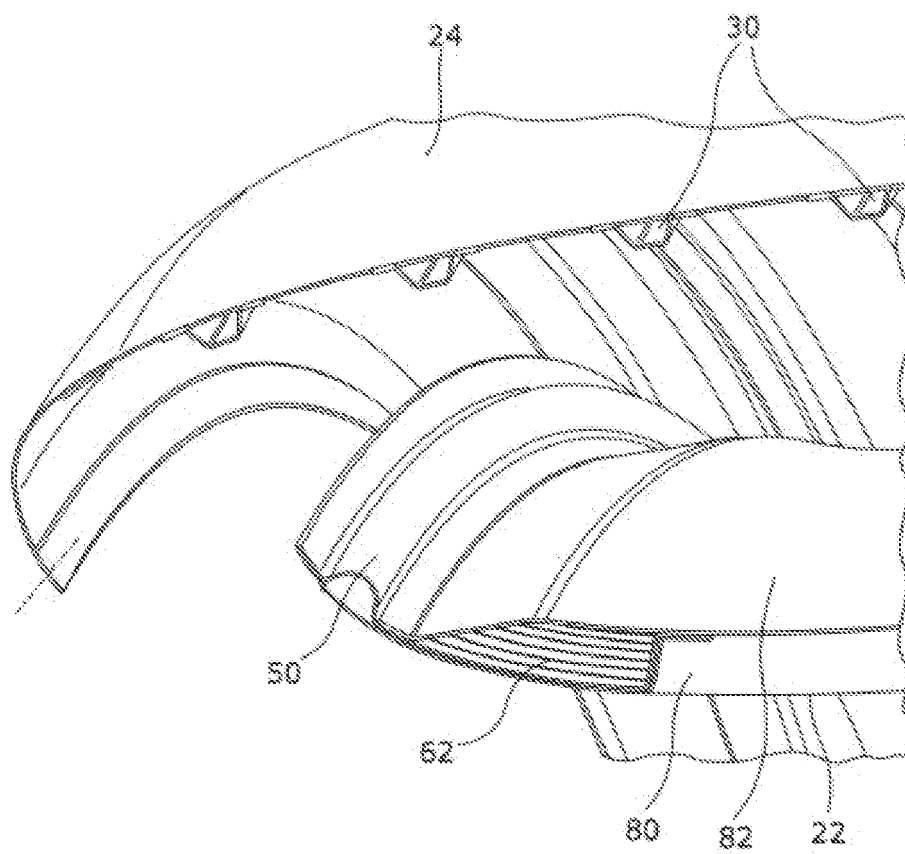
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2020/070993 A1 (PORTE ALAIN [FR] ET AL)
5 mars 2020 (2020-03-05)

US 2010/294882 A1 (GANTIE FABRICE [FR] ET
AL) 25 novembre 2010 (2010-11-25)

US 2020/122843 A1 (PORTE ALAIN [FR] ET AL)
23 avril 2020 (2020-04-23)

US 2010/199629 A1 (CHENE GILLES [FR] ET
AL) 12 août 2010 (2010-08-12)

US 2009/224104 A1 (TENE BRE PAULINE [FR] ET
AL) 10 septembre 2009 (2009-09-10)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT