

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
COURBEVOIE  
—

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

**3 127 031**

②① N° d'enregistrement national : **21 09508**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **F 04 D 29/42 (2020.12), F 02 C 7/06, F 01 D 25/16**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ VENTILATEUR ELECTRIQUE POUR AERONEF.

②② Date de dépôt : 10.09.21.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 17.03.23 Bulletin 23/11.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 04.04.25 Bulletin 25/14.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN VENTILATION SYSTEMS  
SAS — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *ORLANDINI, Fabien et GARCIA,  
Frédéric.*

⑦③ Titulaire(s) : *SAFRAN VENTILATION SYSTEMS  
SAS.*

⑦④ Mandataire(s) : *GEVERS & ORES.*

**FR 3 127 031 - B1**



## Description

### Titre de l'invention : VENTILATEUR ELECTRIQUE POUR AERONEF

#### Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un ventilateur électrique. L'invention se rapporte également à un aéronef comportant un tel ventilateur électrique.

#### Arrière-plan technique

[0002] Il est connu d'utiliser des ventilateurs électriques embarqués à bord de divers types d'aéronefs, et notamment à bord d'avions.

[0003] Ces ventilateurs sont connus pour refroidir différents équipements embarqués comme, par exemple des calculateurs embarqués ou d'autres dispositifs équipant les aéronefs. D'autres ventilateurs embarqués contribuent, à titre d'exemple à la recirculation de l'air dans la cabine de l'aéronef. De manière générale, le ventilateur comprend un moteur électrique et une roue de ventilation solidaire d'une partie tournante (à savoir une ligne d'arbre) du moteur électrique. L'arbre du ventilateur est supporté par des paliers de guidage. Ces paliers sont classiquement des roulements à billes et permettent d'assurer la rotation de l'arbre du ventilateur. Ces roulements à billes sont de préférence graissés à vie pour, d'une part, éviter de lubrifier les roulements avec de l'huile et devoir gérer un circuit de lubrification dédié, et d'autre part, éviter de retrouver des particules d'huiles dans le circuit de ventilation. L'inconvénient de ces paliers à roulement à billes est leur limite en vitesse de rotation du fait de la présence de la graisse. Les paliers à roulement à billes peuvent être utilisés généralement pour un ventilateur tournant à une vitesse maximale de 24 000 tours/minute, au-delà des frottements sur les paliers peuvent impacter leur durée de vie.

[0004] Un autre enjeu dans le domaine des ventilateurs électriques pour l'aéronautique est de réduire fortement leurs poids. Pour une performance donnée du ventilateur, plus la vitesse de rotation de la roue de ventilation sera élevée et plus son diamètre aura tendance à être réduit. Ainsi, la masse de la roue sera réduite, de même que la masse des autres composants entourant de la roue peut être aussi réduite, comme le moteur électrique et son enveloppe. Cependant, tel que décrit ci-dessus, l'augmentation de la vitesse de rotation au-delà de 24 000 tours/minute n'est pas envisageable avec des paliers à roulement quel que soit leur mode de lubrification.

[0005] Pour remédier à ces inconvénients, une autre technologie de palier de guidage est intégrée sur l'arbre du ventilateur. Plus particulièrement, des paliers de guidage à air (plus spécifiquement à feuilles) peuvent être intégrés sur l'arbre. Ces paliers à air comprennent des feuilles souples et des feuilles ondulées positionnées autour de l'arbre du

ventilateur pour créer de la raideur et de l'amortissement nécessaire à la sustentation de l'arbre une fois qu'une vitesse minimale limite est atteinte. En effet, en dessous d'une première valeur de vitesse de rotation de l'arbre (par exemple d'environ 3 000 tours/minute), il y a contact sec entre les feuilles du palier et l'arbre. Durant cette période de contact, il y aura usure des paliers. Au-dessus d'une seconde valeur de vitesse de rotation (par exemple d'environ 10 000 tours/minute), les feuilles de palier se décollent de l'arbre. Il n'y aura plus de contact entre les feuilles du palier et l'arbre, et donc plus d'usure du palier à air. Entre la première et la deuxième vitesse le frottement sera réduit, avec un léger frottement et des phases de décollage/atterrissage de la ligne d'arbre sur les paliers.

[0006] Même si cette configuration de ventilateur avec les paliers à air permet de réduire voire supprimer l'usure des paliers à air en fonctionnement, elle pose toutefois quelques difficultés, et notamment des pertes de charge dues au cisaillement de l'air entre les feuilles du palier et l'arbre. Ces pertes peuvent générer un cumul de calories et un échauffement thermique qui peuvent dégrader les paliers à air.

[0007] Dans ce contexte, il est intéressant de pallier les inconvénients de l'art antérieur, en proposant un ventilateur électrique pour un aéronef fiable et à durée de vie améliorée.

### **Résumé de l'invention**

[0008] L'invention concerne un ventilateur électrique pour un aéronef, comportant :

- un carter tubulaire s'étendant le long et autour d'un axe longitudinal X,
- un corps s'étendant le long de l'axe X et à l'intérieur dudit carter, le corps et le carter définissant entre eux une veine annulaire d'écoulement d'un flux d'air, le corps comportant un cône amont, une portion centrale et un cône aval, le cône aval comportant au moins un premier orifice de passage d'air depuis ladite veine à l'intérieur dudit corps,
- un arbre s'étendant le long de l'axe X et à l'intérieur du corps,
- une roue de ventilation portée par une première extrémité longitudinale de l'arbre,
- un moteur électrique monté à l'intérieur du corps et autour de l'arbre,
- un premier palier à air de guidage de l'arbre situé en amont du moteur électrique et porté par le cône amont,
- une première butée annulaire axiale reliée à la dite portion centrale,
- un second palier à air de guidage de l'arbre situé en aval du moteur électrique et porté par ladite première butée axiale,
- une seconde butée annulaire axiale reliée au cône aval, et
- un disque de butée annulaire axial porté par une seconde extrémité longitudinale de l'arbre opposée de ladite première extrémité longitudinale de l'arbre.

[0009] Selon l'invention, plusieurs passages d'air sont prévus à l'intérieur dudit corps pour

acheminer ledit flux d'air depuis ledit premier orifice jusqu'au cône amont du premier palier à air, ce cône amont comprenant des seconds orifices de passage de cet air.

[0010] Une telle configuration du ventilateur permet de refroidir efficacement l'ensemble des paliers en amont et en aval du moteur électrique par une circulation de flux d'air unique de l'aval vers l'amont du corps du ventilateur. En effet, la rotation de la roue de ventilation génère un flux d'air présentant une première pression F1 en sortie de la roue qui est supérieure à une seconde pression F2 du même flux d'air (située à distance de la roue) du fait des pertes de charges qui sont présentes dans la veine annulaire (par exemple par la présence de trous dans le ventilateur, le frottement d'air contre les parois du ventilateur et/ou la présence de redresseurs). Ainsi, une dépression est créée dans la veine annulaire de passage d'air du ventilateur. L'intégration des premier et seconds orifices, respectivement, sur le cône amont et aval du corps, et la pluralité de passage d'air à l'intérieur du corps, ainsi que la présence de cette dépression permettent le passage du flux d'air provenant de la veine annulaire à l'intérieur du corps du ventilateur. Ceci favorise le refroidissement des paliers à air et notamment des butées à air du ventilateur. Pour cela, un circuit de refroidissement (ou de ventilation) peut être formé par les premier et seconds orifices et les passages d'air qui sont situés de façon préférentielle entre l'arbre et les composants (tels que les paliers radiaux, le moteur électrique, les butées axiales, etc.) entourant cet arbre à l'intérieur du corps. Ainsi, le circuit de refroidissement permet de ventiler les paliers à air et éviter une accumulation de calories entraînant un emballement thermique. Par conséquent, la durée de vie des paliers à air (et par conséquent du ventilateur) est améliorée de manière significative.

[0011] En outre, l'intégration des orifices et des passages d'air du ventilateur selon l'invention permet également de réduire la masse et l'encombrement du ventilateur dans un aéronef.

[0012] Le ventilateur selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

[0013] -- le premier palier à air de guidage est radial (notamment par rapport à l'axe X) ;

[0014] -- le second palier à air de guidage est radial (notamment par rapport à l'axe X) ;

[0015] -- le second palier à air de guidage est radial et de butée axiale ;

[0016] -- la première butée annulaire axiale comprend au moins une feuille lisse et au moins une feuille ondulée ;

[0017] -- la seconde butée annulaire axiale comprend au moins une feuille lisse et au moins une feuille ondulée ;

[0018] - le ventilateur comprend :

- un premier passage d'air reliant ledit premier orifice au second palier à air,

- un second passage d'air reliant le premier passage d'air au moteur électrique,
  - un troisième passage d'air reliant le second passage d'air au premier palier à air, et
  - un quatrième passage d'air reliant le troisième passage d'air aux seconds orifices ;
- [0019] - lesdits seconds orifices de passage d'air sont formés dans une paroi transversale du cône amont qui est reliée à la portion centrale du corps ;
- [0020] - le disque de butée annulaire axiale est intercalé entre les première et seconde butées annulaires axiales ;
- [0021] - ledit second palier à air et ladite première butée annulaire axiale sont formés d'une seule pièce ;
- [0022] -- les passages d'air sont formés par des ouvertures des éléments du ventilateur et/ou des interstices entre les éléments du ventilateur ;
- [0023] -- la première butée annulaire axiale comprend une paroi annulaire radiale s'étendant autour de l'axe X ;
- [0024] -- ladite paroi radiale comprend un épaulement annulaire et une bride radiale annulaire s'étendant en aval de cet épaulement ;
- [0025] -- le disque de butée s'étend autour l'axe X ;
- [0026] -- le disque de butée comprend une extension radiale, un premier prolongement axial et un second prolongement axial qui s'étendent de part et d'autre de l'extension radiale ;
- [0027] -- le premier prolongement axial est relié à la seconde extrémité longitudinale de l'arbre ;
- [0028] -- le disque de butée est creux et comprend un alésage ;
- [0029] -- ladite seconde butée est une pièce annulaire s'étendant autour de l'axe X et ayant une forme générale en C ;
- [0030] -- la pièce annulaire de la seconde butée comprend une paroi annulaire verticale et une paroi annulaire longitudinale s'étendant axialement vers l'aval de cette paroi verticale ;
- [0031] -- la paroi verticale de la seconde butée comprend une ouverture centrale ;
- [0032] -- le second prolongement axial du disque de butée s'insère dans l'ouverture centrale de la paroi verticale de la seconde butée ;
- [0033] - l'arbre comprend un tirant s'étendant le long de l'axe X et à l'intérieur d'un alésage de l'arbre ;
- [0034] -- le tirant est une barre de forme allongée le long de l'axe X ;
- [0035] -- la barre du tirant s'étend entre une troisième extrémité longitudinale de forme annulaire et une quatrième extrémité longitudinale en forme de T ;
- [0036] - le ventilateur comprend un embout annulaire en forme d'ogive s'étendant autour dudit cône aval, ledit embout comportant au moins un troisième orifice de passage d'air depuis ladite veine à l'intérieur dudit corps jusqu'aux dits seconds orifices ;

- [0037] - les seconds orifices de passage d'air sont au nombre de deux à quinze, et par exemple de trois ;
- [0038] - chacun desdits seconds orifices présente un diamètre compris entre 3 et 20 mm, et par exemple de 6 mm.
- [0039] L'invention a également pour objet un aéronef comportant au moins un ventilateur électrique selon l'invention.

### **Brève description des figures**

- [0040] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :
- [0041] [Fig.1] la [Fig.1] est une vue schématique en perspective d'un ventilateur électrique pour un aéronef ;
- [0042] [Fig.2] la [Fig.2] est une vue schématique en coupe axiale du ventilateur de la [Fig.1] selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [0043] [Fig.3] la [Fig.3] est une vue schématique en coupe d'un palier de guidage à air du ventilateur de la [Fig.2] ;
- [0044] [Fig.4] la [Fig.4] est une vue schématique en coupe selon la ligne Y-Y de la [Fig.2] ;
- [0045] [Fig.5] la [Fig.5] est une vue schématique en coupe axiale du ventilateur de la [Fig.2] illustrant une circulation d'un flux d'air à l'intérieur du ventilateur selon un mode de réalisation de l'invention.

### **Description détaillée de l'invention**

- [0046] D'une manière générale, dans la description ci-après, les termes « longitudinal » et « axial » qualifient l'orientation d'éléments structurels s'étendant selon la direction d'un axe longitudinal X. Cet axe X peut être confondu avec un axe de rotation d'un rotor. Les termes « radial » ou « vertical » qualifient une orientation d'éléments structurels s'étendant selon une direction perpendiculaire à l'axe X. Les termes « intérieur » et « extérieur », et « interne » et « externe » sont utilisés en référence à un positionnement par rapport à l'axe X. Ainsi, un élément structurel s'étendant selon l'axe X comporte une face intérieure tournée vers l'axe X et une surface extérieure, opposée à sa surface intérieure.
- [0047] Les aéronefs peuvent comprendre un système de ventilation pour un poste de pilotage et/ou pour une cabine. Les aéronefs peuvent également comprendre une baie avionique comportant divers équipements électroniques qui doivent être refroidie par un système de ventilation.
- [0048] Le système de ventilation peut faire partie d'un ensemble de système de contrôle environnemental de l'aéronef plus vaste. Le système de contrôle environnemental est configuré pour recevoir de l'air ambiant, conditionner cet air ambiant et fournir l'air

conditionné à divers systèmes, tels que le système de ventilation du poste de pilotage ou de la cabine.

- [0049] En référence à la [Fig.1], dans un aéronef A, l'air conditionné peut être fourni au poste de pilotage, à la baie avionique et/ou à la cabine par l'intermédiaire d'un ventilateur 10 électrique. Les figures 2 à 5 illustrent un mode de réalisation non limitatif du ventilateur 10 de l'invention.
- [0050] Le ventilateur 10 comprend plusieurs composants, tels qu'un carter tubulaire 1, un corps 2, un arbre 3, une roue de ventilation 4, un moteur électrique 5, un premier palier à air de guidage 6, un second palier à air de guidage 7 et un disque de butée annulaire axiale 86.
- [0051] Le carter 1 s'étend le long et autour d'un axe longitudinal X. Sur la [Fig.1], le carter 1 est ouvert sur une de ces extrémités longitudinales, notamment du côté de la roue 4 de ventilation afin de capter l'air. Cet air capté par la roue 4 peut provenir d'un air pré-conditionné et canalisé par un tuyau amont et/ou un tuyau aval pouvant être intégré au ventilateur. A titre d'exemple, un air ambiant peut être capté par la roue 4, dans ce cas un filtre est intégré dans ce tuyau.
- [0052] Le corps 2 s'étend également le long de l'axe X et à l'intérieur du carter 1. Le corps 2 et le carter 1 définissent entre eux une veine annulaire d'écoulement V d'un flux d'air principal. A titre d'exemple, la veine V présente un premier diamètre  $D_v$  compris entre 80 et 140 mm. De préférence, le premier diamètre  $D_v$  est d'environ 110 mm. Le premier diamètre  $D_v$  est mesuré radialement (par rapport à l'axe X) entre le carter 1 et le corps 2.
- [0053] Dans la présente demande, les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport au sens de circulation du flux d'air dans le ventilateur, notamment de la roue 4 de ventilation (correspondant à l'amont) vers une extrémité du ventilateur opposée à la roue 4 (correspondant à l'aval). Plus particulièrement, le flux d'air sensiblement en amont de la veine V (notamment en sortie de la roue 4) présente une première pression F1 et ce même flux d'air en aval de la veine V (notamment à distance de la roue 4) présente une seconde pression F2. Tel que décrit dans ce qui précède, la première pression F1 est supérieure à la seconde pression F2, du fait des pertes de charges qui sont présentes dans la veine V (par exemple par la présence de trous dans le ventilateur, le frottement d'air contre les parois du ventilateur et/ou la présence de redresseurs).
- [0054] Le corps 2 comprend un cône amont 22, une portion centrale 24 et un cône aval 26. Sur la [Fig.2], la portion centrale 24 et le cône amont 22 sont formés d'une seule pièce.
- [0055] En particulier, le cône amont 22 comprend une partie annulaire externe 222, une partie annulaire interne 224 et une paroi annulaire transversale 226 reliant les parties annulaires interne 224 et externe 222 entre elles. La partie externe 222, la partie interne 224 et la paroi transversale 226 peuvent être monoblocs (à savoir venue de matière), tel

qu'illustré sur la [Fig.2].

- [0056] La paroi transversale 226 peut s'étendre, d'une part, radialement vers l'extérieur de la partie interne 224, et d'autre part, radialement vers l'intérieur d'un bord annulaire amont 22a de la partie externe 222. Sur l'exemple de la [Fig.2], une extrémité opposée au bord annulaire amont 22a, est reliée à la portion centrale 24.
- [0057] La paroi transversale 226 peut être sensiblement inclinée par rapport à l'axe X. L'angle d'inclinaison de la paroi transversale 226 peut être compris entre 30° et 90°. Sur l'exemple de la [Fig.2], la paroi transversale 226 est inclinée d'environ 80° par rapport à l'axe X.
- [0058] La partie interne 224 et la paroi transversale 226 peuvent donc former un premier support annulaire du premier palier 6, de façon à ce que le cône amont 22 porte le premier palier 6. En particulier, la partie interne 224 s'étend autour du premier palier 6.
- [0059] Sur l'exemple, la roue 4 est disposée en amont du cône amont 22. Un espace annulaire 220 de passage d'air ([Fig.5]) sépare le cône amont 22 de la roue 4. A titre d'exemple, cet espace 220 est de l'ordre de quelques micromètres à quelques millimètres.
- [0060] La roue 4 s'étend également autour de l'axe X. La roue 4 comporte un moyeu de révolution qui comprend une paroi conique externe 42 (par rapport à l'axe X), une paroi annulaire interne 44 et des pales 46. La paroi interne 44 est reliée, d'une part, radialement à la paroi externe 42, et d'autre part, axialement à l'arbre 3. Sur l'exemple des figures, la paroi interne 44 comprend un premier alésage central 440 configuré pour recevoir au moins une partie d'un tirant 300. Les pales 46 s'étendent chacune radialement vers l'extérieur de la paroi externe 42.
- [0061] La portion centrale 24 peut comprendre une paroi cylindrique qui s'étend autour de l'axe X. En référence aux figures 2 et 5, la portion centrale 24 s'étend sensiblement du moteur électrique 5 jusqu'au second palier 7. Des pales de redresseur 27 peuvent s'étendre radialement vers l'extérieur depuis la partie cylindrique de la portion centrale 24. Ces pales de redresseur 27 sont réparties régulièrement autour de l'axe X. Les pales de redresseur 27 peuvent être situées axialement entre le premier palier 6 et le second palier 7.
- [0062] La partie cylindrique de la portion centrale 24 peut comprendre également un bord annulaire aval 24a libre, qui est notamment à l'opposé du bord amont 22a. Le bord aval 24a est espacé axialement du cône aval 26 sur l'exemple de la [Fig.2].
- [0063] La portion centrale 24 peut comprendre également une bride 29 de fixation du corps 2 au carter 1. En particulier, la bride 29 s'étend radialement depuis la partie cylindrique de la portion centrale 24, notamment depuis le bord aval 24a. A titre d'exemple, la bride 29 et un fragment du carter 1 sont reliés entre eux par des fixations (telles que des vis).

- [0064] Sur l'exemple des figures, le corps 2 comprend une chambre annulaire 20. Cette chambre 20 est délimitée par la partie externe 222, la partie cylindrique de la portion centrale 24, les cônes amont 22 et aval 26.
- [0065] Le cône aval 26 comprend au moins un premier orifice 260 configuré pour le passage d'air depuis la veine V à l'intérieur du corps 2.
- [0066] L'arbre 3 s'étend le long de l'axe X et à l'intérieur du corps 2. L'arbre 3 est un arbre rotatif ou tournant. Sur l'exemple des figures, l'arbre 3 comprend une première extrémité longitudinale 32, une seconde extrémité longitudinale 34 opposée et une première portion médiane 36 reliant les première et seconde extrémités 32, 34 entre elles. La première portion médiane 36 et les première et seconde extrémités 32, 34 sont monoblocs sur l'exemple. La première extrémité 32 est supportée par le premier palier 6 et la seconde extrémité 34 est supportée par le second palier 7. Ainsi, le premier palier 6 et le second palier 7 permettent de supporter et de guider en rotation l'arbre 3 tournant. A titre d'exemple, l'arbre 3 présente un second diamètre  $D_3$  compris entre 15 et 25 mm, le second diamètre étant mesuré radialement à l'axe X. De préférence,  $D_3$  est d'environ 22 mm.
- [0067] L'arbre 3 peut comprendre également un second alésage 30. Sur l'exemple des figures, le tirant 300 est monté dans le second alésage 30. En variante non illustrée, le ventilateur 10 comprend l'arbre 3 sans tirant avec ou sans second alésage 30.
- [0068] L'arbre 3 peut être solidaire de la roue 4. En particulier, la première extrémité 32 est reliée à la paroi interne 44 de la roue 4. Pour cela, la paroi interne 44 s'insère dans le second alésage 30.
- [0069] L'arbre 3 peut être également solidaire d'un disque de butée annulaire axiale 86 en aval du ventilateur. Plus particulièrement, la seconde extrémité 34 est reliée à un premier prolongement annulaire axial 862 du disque de butée 86. Pour cela, le premier prolongement 862 s'insère dans le second alésage 30.
- [0070] Le tirant 300 peut être une barre de forme allongée. Le tirant 300 s'étend le long de l'axe X et à l'intérieur de l'arbre 3. En particulier, le tirant 300 est monté à l'intérieur du second alésage 30 de l'arbre, du premier alésage 440 de la paroi interne 44, d'un troisième alésage 868 disque de butée 86 et d'un quatrième alésage 920 d'un support 92 du ventilateur 10. Sur l'exemple des figures, le tirant 300 comprend une troisième extrémité longitudinale 302, une quatrième extrémité longitudinale 304 opposée à la troisième extrémité 302 et une seconde portion médiane 306 reliant ces troisième 302 et quatrième 304 extrémités.
- [0071] Sur l'exemple des figures, en amont du ventilateur 10, la roue 4 et la première extrémité 32 de l'arbre s'étendent autour de la troisième extrémité 302 du tirant. Pour cela, la troisième extrémité 302 est montée dans le premier alésage 440. Cette troisième extrémité 302 peut présenter une forme générale cylindrique. La troisième

extrémité 302 peut présenter une surépaisseur par rapport à l'épaisseur de la seconde portion médiane 306. En aval du ventilateur, le disque de butée 86 et le support 92 s'étendent autour de la quatrième extrémité 304 du tirant. Pour cela, la quatrième extrémité 304 est montée dans les troisième 868 et quatrième 920 alésages. Sur l'exemple, la quatrième extrémité 304 présente une forme générale en T qui est montée à l'intérieur du support 92. Le tirant 300 présente de manière générale une fonction de supporte pour assembler/désassembler les différents composants du ventilateur et de centrage des différents composants du ventilateur.

- [0072] Le moteur électrique 5 est monté à l'intérieur du corps 1 et autour de l'arbre 3, notamment autour de la première portion médiane 36 de l'arbre. Le moteur électrique 5 peut comprendre un rotor 52 et un stator 54. Le rotor 52 est de forme générale cylindrique, et monté rotatif autour de l'axe X. Le stator 54 s'étend autour du rotor 52. Le moteur électrique 5 peut également comprendre une partie active 56 (ou bobinage) qui comprend des armatures formées de matériaux ferromagnétiques et des bobinages enroulés autour de ces armatures. Sur l'exemple, la partie active 56 comprend une seconde ouverture 560 s'étendant autour de l'axe X. Cette partie active 56 s'étend à travers et de part et d'autre du stator 54.
- [0073] Sur l'exemple, le premier palier 6 est situé en amont du moteur électrique 5, alors que le second palier 7 est situé en aval du moteur électrique 5.
- [0074] Les premier 6 et second 7 paliers de guidage sont de type à air (ou à feuilles). Ces paliers 6, 7 peuvent être un palier radial et/ou un palier de butée permettant la rotation de l'arbre 3 par rapport au corps 2 sur un film de fluide (tel que de l'air). Ainsi, sur l'exemple des figures 2 et 5, le premier palier 6 est un palier radial, et le second palier 7 est un palier radial et un palier de butée axiale, notamment formé par une première butée annulaire axiale 82.
- [0075] En référence à la [Fig.3], chacun des paliers 6, 7 peut comprendre un manchon annulaire 62, 72, des feuilles souples 64, 74 et des feuilles ondulées 66, 76. Les feuilles ondulées 66, 76 sont intercalées entre le manchon 62, 72 et les feuilles souples 64, 74. Les feuilles souples 64,74 sont positionnées autour de l'arbre 3 du ventilateur. Des passages d'air 60, 70 sont également prévus entre l'arbre 3 et les feuilles souples 64, 74. Ces passages 60, 70 (tels que des ouvertures) permettent notamment de refroidir les paliers et limiter l'échauffement des paliers dû au cisaillement de l'air entre les feuilles du palier et l'arbre.
- [0076] En fonctionnement, l'arbre 3 est en rotation, notamment entre une première vitesse et une seconde vitesse. Tel que décrit dans l'arrière-plan-technique, la première vitesse (par exemple d'environ 3 000 tours/minute) correspond à la vitesse maximale de contact des feuilles 64, 74 avec l'arbre 3. La seconde vitesse (par exemple d'environ 10 000 tours/minute) correspond à la vitesse minimale de décollement des feuilles 64,

74 de l'arbre.

[0077] Tel que mentionné ci-dessus, le premier palier 6 est porté par le cône amont 22, notamment par la partie interne 224 et la paroi transversale 226. Le second palier 7 est porté par la première butée annulaire axiale 82.

[0078] Avantagement, le ventilateur 10 comprend également la première butée annulaire axiale 82 et une seconde butée annulaire axiale 84. Ces butées axiale 82, 84 permettent notamment de maintenir le déplacement axial de l'arbre 3.

[0079] La première butée axiale 82 peut être une paroi annulaire radiale. Cette paroi annulaire radiale peut présenter une forme générale en C. La première butée axiale 82 peut comprendre un épaulement annulaire 822 et une bride radiale annulaire 824. Sur la [Fig.2], la bride radiale 824 est intercalée entre la portion centrale 24 (notamment le bord aval 24a et la bride aval 29) et une seconde butée axiale 84. La seconde butée axiale 84, les brides aval 29 et radiale 824 sont reliées entre elles par des fixations 80 (telles que des vis). Sur l'exemple des figures, la première butée axiale 82 peut être formée d'une seule pièce (à savoir venue de matière) avec le second palier 7 pour former un palier de guidage radial et de butée axiale (figures 2 et 5).

[0080] Le disque de butée 84 peut comprendre une extension annulaire radiale 864 et des premier 862 et second 866 prolongements annulaires axiaux. Les premier 862 et second 866 prolongements annulaires axiaux s'étendent de part et d'autre de l'extension radiale 864. L'extension radiale 864 s'intercale entre la première butée axiale 82 et la seconde butée axiale 84. Sur l'exemple, le premier prolongement 862 présente un diamètre externe inférieur à celui du second prolongement 866. Tel que mentionné ci-dessus, le premier prolongement 862 s'insère dans le second alésage 30, et le second prolongement 866 s'insère dans une première ouverture centrale 848 de la seconde butée 84. A titre d'exemple, le disque de butée 86 peut présenter un troisième diamètre externe  $D_{86}$  compris entre 45 et 65 mm. De préférence, le troisième diamètre  $D_{86}$  est d'environ 55 mm.

[0081] Le ventilateur 10 peut comprendre en outre la seconde butée 84 montée entre le cône aval 26 et le disque de butée 86. Sur l'exemple des figures, cette seconde butée 84 est une contre butée annulaire axiale. La seconde butée 84 peut être une pièce annulaire présentant une forme générale en C. Cette pièce de la seconde butée 86 peut comprendre une paroi annulaire verticale 842 et une paroi annulaire longitudinale 844 s'étendant axialement vers l'aval de la paroi verticale 842. La paroi verticale 842 comprend la première ouverture 848. Sur les figures 2 et 5, cette première ouverture 848 est délimitée entre le disque de butée 86 et la seconde butée 84 (notamment entre le second prolongement 864 et la paroi verticale 842). La paroi verticale 842 s'étend sensiblement parallèle à l'extension radiale 866 du disque de butée 86 et à la première butée axiale 82. La paroi longitudinale 844 comprend une seconde bride radiale 846.

Cette seconde bride radiale 846 et la première bride radiale 824 peuvent être reliées à la bride aval 29 par des fixations 80 (telles que des vis). La paroi longitudinale 844 peut être reliée au cône aval 26 par des fixations 90 (telles que des vis).

- [0082] Avantageusement, les première 82 et seconde 84 butées axiales sont des paliers de butée à air (ou à feuilles). Ces butées axiales 82, 84 peuvent être similaire aux paliers 6, 7 de la [Fig.3]. La première butée axiale 82 et/ou la seconde butée axiale 84 peut comprendre au moins une feuille lisse et au moins une feuille ondulée. En particulier, la feuille lisse est en contact avec l'arbre 3, alors que la feuille ondulée n'est pas en contact avec l'arbre 3 pour permettre les fonctions de raideur et d'amortissement de la première butée axiale 82. Sur l'exemple de la [Fig.2], les feuilles lisse et ondulée sont disposées sur une face amont de la paroi verticale 842 de la seconde butée axiale 84.
- [0083] Le ventilateur 10 peut comprendre le support 92 permettant le positionnement et le centrage du tirant 300 par rapport au cône aval 26. Pour cela, le support 92 comprend le quatrième alésage 920 de réception d'au moins une partie aval du tirant 300. Ce quatrième alésage 920 peut ainsi présenter une forme complémentaire à la quatrième extrémité longitudinale 304 du tirant 300. Le support 92 est solidaire du disque de butée 86. De préférence, le support 92 s'insère à l'intérieur du second prolongement 864. Le support 92 est notamment monté à l'intérieur du cône aval 26. Sur l'exemple, le premier orifice 260 s'étend entre le cône aval 26 et le support 92.
- [0084] Le ventilateur 10 peut aussi comprendre un embout annulaire 9. L'embout 9 présente une forme d'ogive. L'embout 9 s'étend autour du cône aval 26. L'embout 9 comprend au moins un troisième orifice 900. Ce troisième orifice 900 est configuré pour le passage d'air depuis la veine V vers l'intérieur du corps 2 et notamment jusqu'au cône amont 22. Sur la [Fig.2], l'embout 9 est relié à la seconde butée 84 (notamment sur la partie longitudinale 844) et au cône aval 26 par les fixations 90.
- [0085] Le ventilateur 10 peut également comprendre un aimant annulaire 94. Cet aimant 94 est monté à l'intérieur du cône aval 26 et autour de l'axe X. Sur les figures 2 et 5, l'aimant 94 s'étend autour du support 92. L'aimant 94 permet de positionner le rotor 52 du moteur électrique sur l'arbre 3. La position de l'aimant 94 permet de connaître la position angulaire du rotor du moteur électrique par rapport au stator. Cette position du rotor peut être mesurée par des capteurs à effet Hall au droit des aimants 94 (non illustré sur les figures) et supporté par une pièce 96.
- [0086] Une des particularités de l'invention réside dans le fait que le cône amont 22 (notamment la paroi transversale 226) comprend des seconds orifices 280 et que le corps 2 comprend plusieurs passages d'air P1, P2, P3, P4.
- [0087] En référence aux figures 2, 4 et 5, la paroi transversale 226 comprend les seconds orifices 280. Ces seconds orifices 280 peuvent être régulièrement répartis autour de l'axe X. A titre d'exemple, les seconds orifices 280 sont au nombre de deux à quinze.

De préférence et tel qu'illustré sur la [Fig.4], les seconds orifices sont au nombre de trois. A titre d'exemple également, chacun des seconds orifices 280 présente un quatrième diamètre  $D_{280}$  compris entre 3 et 20 mm. De préférence, le diamètre  $D_{280}$  de chacun des seconds orifices est d'environ 6 mm.

[0088] Les différents passages d'air P1, P2, P3, P4 selon l'invention sont définis par des ouvertures et/ou des espaces (ou interstices) entre les composants du corps 2 du ventilateur 10. Plus particulièrement, le corps 2 comprend :

- un premier passage d'air P1 reliant le premier orifice 260 au second palier 7,
- un second passage d'air P2 reliant le premier passage d'air P1 au moteur électrique 5,
- un troisième passage d'air P3 reliant le second passage d'air P2 au premier palier 6, et
- un quatrième passage d'air P4 reliant le troisième passage d'air P3 aux seconds orifices 280.

[0089] Sur l'exemple de la [Fig.5], les première 82 et seconde 84 butées axiales et le disque de butées 86 sont distants les uns des autres par des espaces aptes au passage d'air.

[0090] A titre d'exemple, ces éléments 82, 86, 84 sont éloignés de quelques micromètres à quelques millimètres. Ainsi, un premier interstice 860 est défini entre le disque de butée 86 et la seconde butée 84. Un second interstice 820 est délimité par la première butée 82 et le disque de butée 86. Les premier 860 et second 820 interstices s'étendent suivant une direction radiale à l'axe X. Une cavité annulaire 840 peut être également présente autour des première 82 et seconde 84 butée axiale et du disque de butée 86. Cette cavité 840 est en communication fluidique, d'une part, avec le premier orifice 260, et d'autre part, avec la chambre 20 et les premier et second interstices 860, 820. La cavité 840 et les premier 860 et second 820 interstices peuvent donc former le premier passage P1.

[0091] Il peut être également prévu un troisième interstice 540 entre le rotor 52 et le stator 54. Ce troisième interstice 540 s'étend suivant une direction axiale à l'axe X. La seconde ouverture 560 de la partie active 56 est en communication fluidique, d'une part, avec le troisième interstice 540, et d'autre part, avec la chambre 20 et une troisième ouverture 70 du second palier 7. Ainsi, les troisième 70 et seconde 560 ouvertures et le troisième interstice 540 peuvent donc former le second passage P2.

[0092] Le troisième passage P3 peut être formé par le flux d'air sortant de la seconde ouverture 560. Ce flux d'air entre dans une quatrième ouverture 60 du premier palier 6 et/ou sort de cette quatrième ouverture 60 en direction de la chambre 20 du corps 2 et/ou en direction de la roue 4.

[0093] Le quatrième passage P4 peut être formé par le flux d'air sortant de la seconde ouverture 560 ou de la quatrième ouverture 60, et passant à travers les seconds orifices

280 pour déboucher dans la veine annulaire V en aval de la roue 4.

- [0094] Ces passages P1, P2, P3, P4 permettent de créer un circuit de refroidissement (ou de ventilation ou de circulation d'air), notamment suivant une unique direction de l'aval vers l'amont, à l'intérieur et dans la chambre 20 du corps 2. Ce circuit permet de refroidir préférentiellement les premier et second paliers de guidage 6, 7 et les première et seconde butées axiales 82, 84, afin de limiter les pertes de charge dues au cisaillement de l'air entre les feuilles des paliers 6, 7 et des butées 82, 84.
- [0095] Nous allons décrire maintenant le circuit de refroidissement à l'intérieur du corps 2 du ventilateur 10 qui est généré par les orifices 260, 280 et les passages d'air P1, P2, P3, P4, en référence à la [Fig.5].
- [0096] En fonctionnement, le ventilateur 10 est alimenté par un flux d'air initial F0 provenant de l'environnement extérieur au ventilateur et entrant dans le ventilateur 10 à travers la roue 4 de ventilation. Ce flux d'air initial F0 est comprimé par les pales 46 de la roue 4 pour générer la première pression F1 de flux d'air en sortie de la roue 4 qui débouche dans la veine V du ventilateur. Le flux d'air passe ensuite par les pales du redresseur 27 pour atteindre notamment une seconde pression F2 du même flux d'air. Cette seconde pression F2 en aval de la veine V présente donc une pression inférieure à la première pression F1 en amont de la veine V. Le flux d'air avec la seconde pression F2 passe à l'intérieur du corps 2 par le premier orifice 260, et également par le troisième orifice 900 lorsque l'embout 9 est monté sur le corps 2. A l'intérieur du corps 2, ce flux d'air passe à travers le premier passage P1 pour refroidir les première et seconde butées axiales 82, 84, puis ce flux d'air passe à travers le second passage P2 afin de ventiler et refroidir le second palier 7. En sortie du second passage P2, le flux d'air se divise pour passer dans le troisième passage P3 pour ventiler et refroidir le premier palier 6 et/ou passer dans le quatrième passage P4 en traversant les seconds orifices 280 pour déboucher dans la veine V du ventilateur 10. Ce circuit de refroidissement permet ainsi de fournir le refroidissement nécessaire au bon fonctionnement des paliers à air 6, 7 (et notamment des butées à air 82, 84) par une entrée unique (via le premier orifice 260) d'une seule source de flux d'air dans le corps 2.
- [0097] Dans cette description, le ventilateur électrique est décrit dans un aéronef. Le ventilateur de l'invention peut s'adapter aussi dans des systèmes de ventilation autre que dans le domaine de l'aéronautique.
- [0098] Par ailleurs, on comprend de la présente description que l'efficacité de ventilation des paliers de guidage (tels que les pièces de référence 6 et 7) et/ou des butées axiales (tels que les pièces de référence 82 et 84) au sein du ventilateur est dépendant de différents paramètres, tels que les dimensions (forme, taille, matériaux, etc.) du corps du ventilateur et de l'arbre rotatif vis-à-vis des autres composants du ventilateur.

[0099] Globalement, cette solution proposée est simple, efficace et économique à réaliser et à assembler sur un ventilateur électrique, en particulier d'un aéronef, tout en assurant un fonctionnement optimal et une durée de vie améliorée des paliers à air (et par conséquent celle également du ventilateur).

## Revendications

[Revendication 1]

Ventilateur électrique (10) pour un aéronef (A), comportant :

- un carter tubulaire (1) s'étendant le long et autour d'un axe longitudinal (X),
  - un corps (2) s'étendant le long de l'axe (X) et à l'intérieur dudit carter (1), le corps (2) et le carter (1) définissant entre eux une veine annulaire (V) d'écoulement d'un flux d'air, le corps (2) comportant un cône amont (22), une portion centrale (24) et un cône aval (26), le cône aval (26) comportant au moins un premier orifice de passage d'air (260) depuis ladite veine (V) à l'intérieur dudit corps (2),
  - un arbre (3) s'étendant le long de l'axe (X) et à l'intérieur du corps (2),
  - une roue de ventilation (4) portée par une première extrémité longitudinale (32) de l'arbre (3),
  - un moteur électrique (5) monté à l'intérieur du corps (1) et autour de l'arbre (3),
  - un premier palier à air (6) de guidage de l'arbre (3) situé en amont du moteur électrique (5) et porté par le cône amont (22),
  - une première butée annulaire axiale (82) reliée à la portion centrale (24),
  - un second palier à air (7) de guidage de l'arbre (3) situé en aval du moteur électrique (5) et porté par la première butée annulaire axiale (82),
  - une seconde butée annulaire axiale (84) reliée au cône aval (26), et
  - un disque de butée annulaire axiale (86) portée par une seconde extrémité longitudinale (34) de l'arbre opposée de ladite première extrémité (32),
- caractérisé en ce que plusieurs passages d'air (P1, P2, P3, P4) sont prévus à l'intérieur dudit corps (2) pour acheminer ledit flux d'air (F1, F2) depuis ledit premier orifice (260) jusqu'au cône amont (22) du premier palier à air (6), ce cône amont (22) comprenant des seconds orifices (280) de passage de cet air,
- et en ce que lesdits seconds orifices (280) de passage d'air sont formés dans une paroi transversale (226) du cône amont (22) qui est reliée à la portion centrale (24) du corps (2).

[Revendication 2]

Ventilateur (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un premier passage d'air (P1) reliant ledit premier orifice (260) au

second palier à air (7),

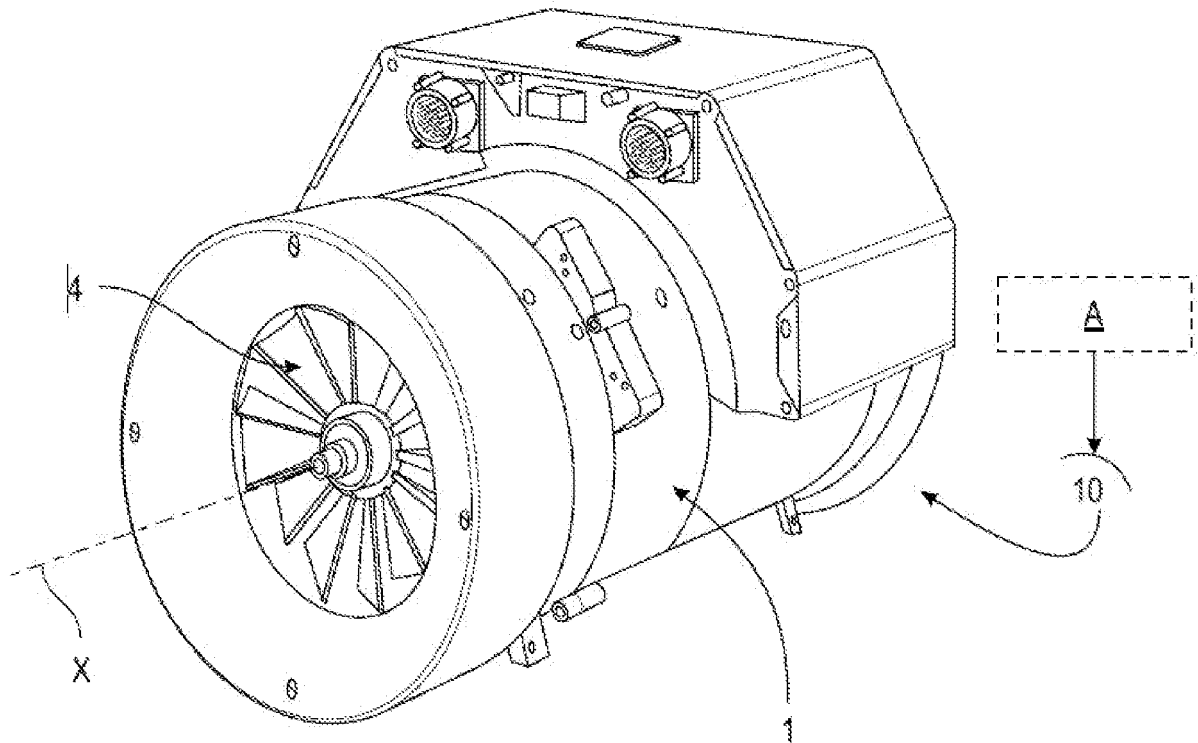
- un second passage d'air (P2) reliant le premier passage d'air (P1) au moteur électrique (5),

- un troisième passage d'air (P3) reliant le second passage d'air (P2) au premier palier à air (6), et

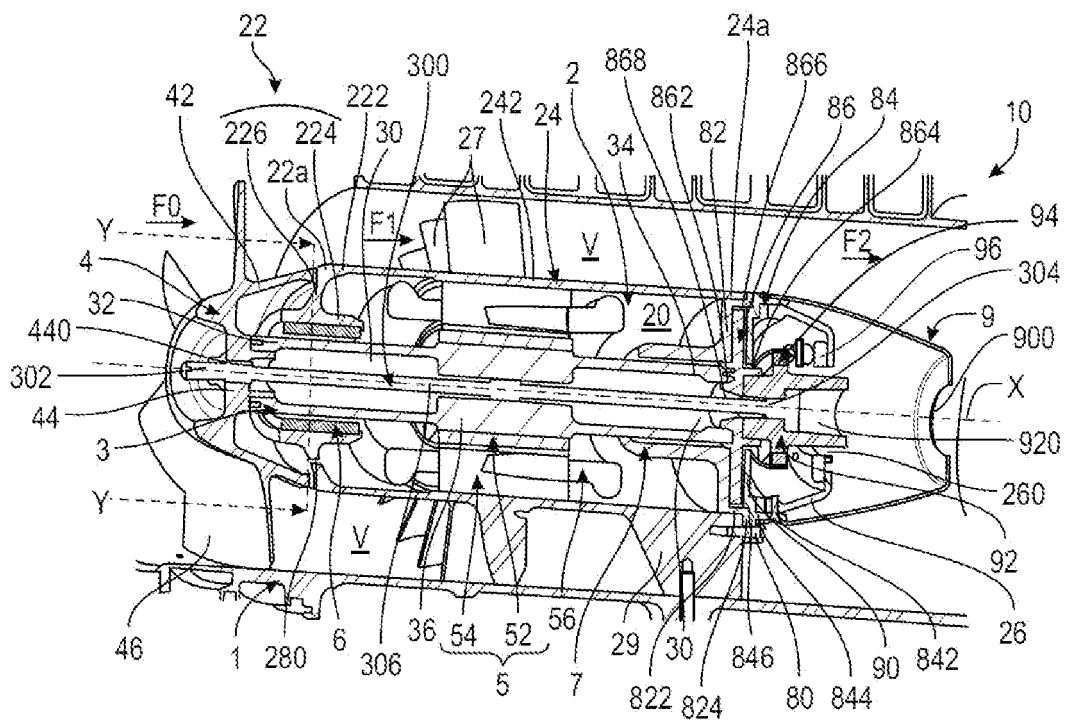
- un quatrième passage d'air (P4) reliant le troisième passage d'air (P3) aux seconds orifices (280).

- [Revendication 3] Ventilateur (10) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le disque de butée annulaire axiale (86) est intercalé entre les première (82) et seconde (84) butées annulaires axiales.
- [Revendication 4] Ventilateur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit second palier à air (7) et ladite première butée annulaire axiale (82) sont formés d'une seule pièce.
- [Revendication 5] Ventilateur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'arbre (3) comprend un tirant (300) s'étendant le long de l'axe (X) et à l'intérieur d'un alésage (30) de l'arbre (3).
- [Revendication 6] Ventilateur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un embout annulaire (9) en forme d'ogive s'étendant autour dudit cône aval (26), ledit embout (9) comportant au moins un troisième orifice (900) de passage d'air depuis ladite veine (V) à l'intérieur dudit corps (2) jusqu'aux dits seconds orifices (280).
- [Revendication 7] Ventilateur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les seconds orifices (280) de passage d'air sont au nombre de deux à quinze, et par exemple de trois.
- [Revendication 8] Ventilateur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chacun desdits seconds orifices (280) présente un diamètre ( $D_{280}$ ) compris entre 3 et 20 mm, et par exemple de 6 mm.
- [Revendication 9] Aéronef (A) comportant au moins un ventilateur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

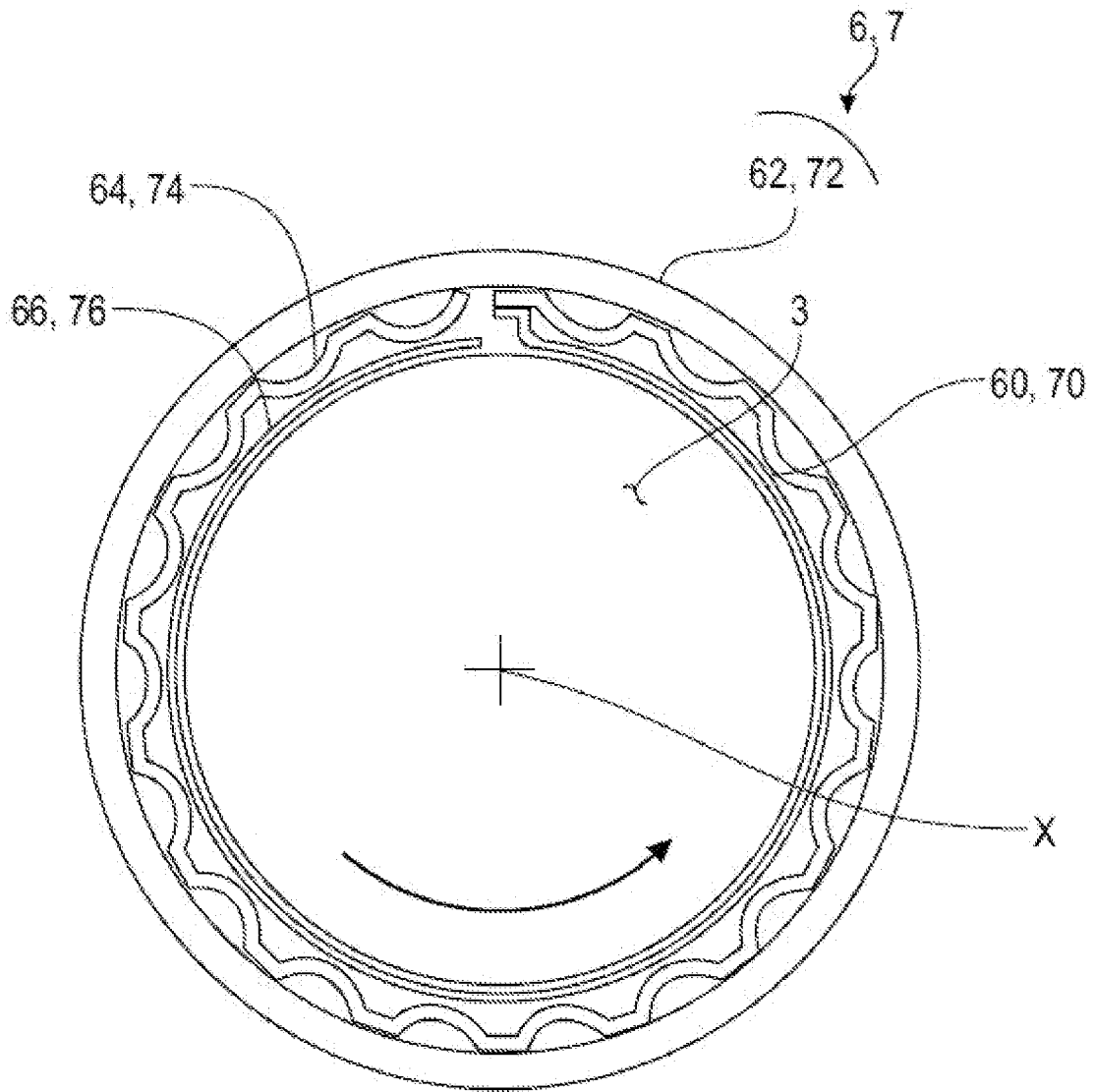
[Fig. 1]



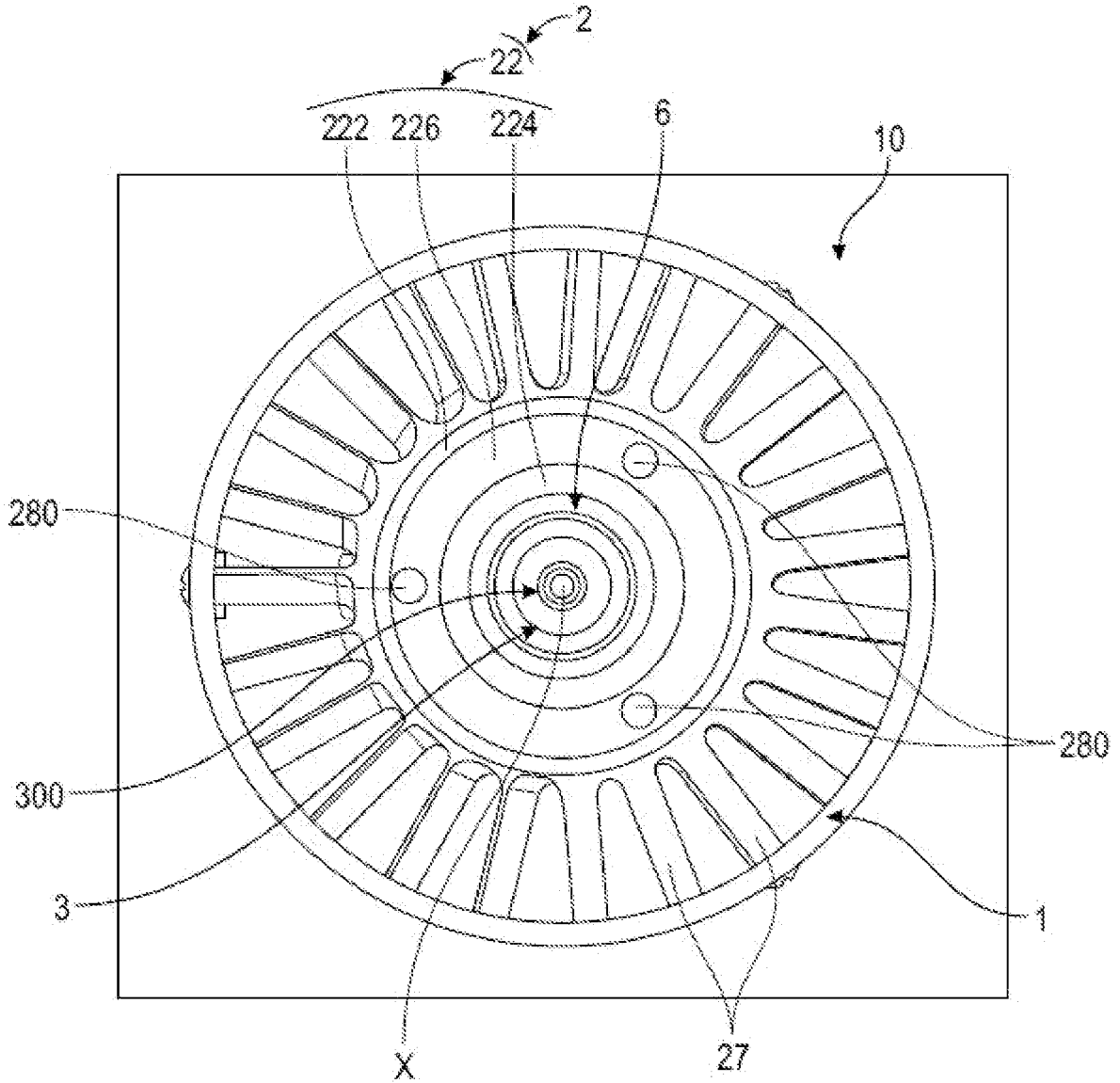
[Fig. 2]



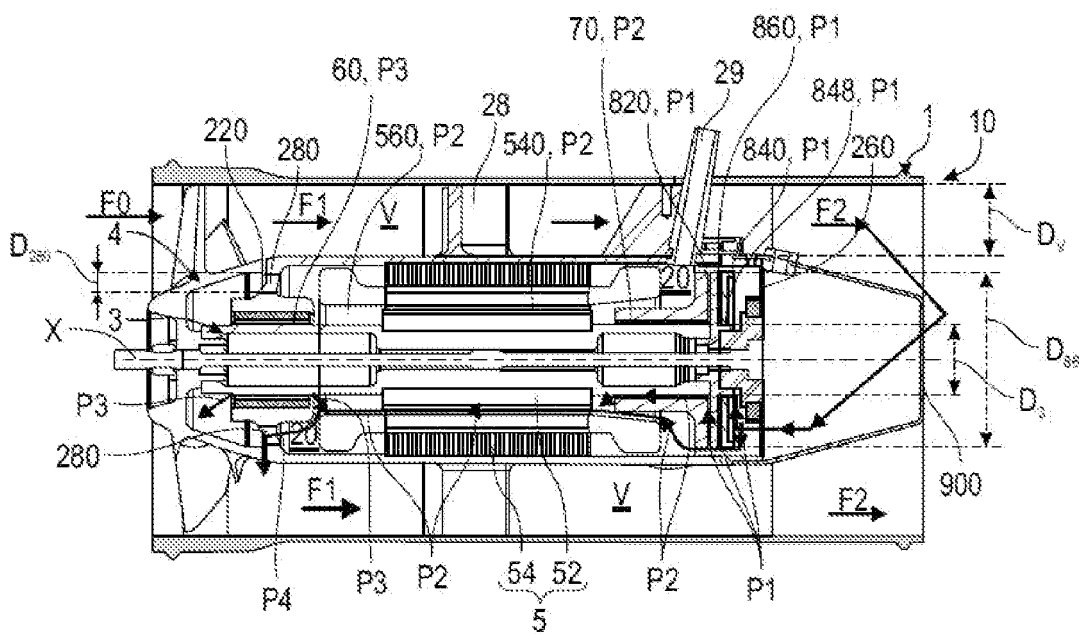
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



# 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 10 006 465 B2 (AGRAWAL GIRIDHARI L  
[US]; BUCKLEY CHARLES W [US] ET AL.)  
26 juin 2018 (2018-06-26)

US 2013/129488 A1 (AGRAWAL GIRIDHARI L  
[US] ET AL) 23 mai 2013 (2013-05-23)

FR 3 029 895 A1 (TECHNOFAN [FR])  
17 juin 2016 (2016-06-17)

US 2009/115265 A1 (LEROY MATTHIEU [FR])  
7 mai 2009 (2009-05-07)

US 2018/066666 A1 (COLSON DARRYL A [US] ET  
AL) 8 mars 2018 (2018-03-08)

**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