

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

①1 N° de publication : **3 149 593**

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

②1 N° d'enregistrement national : **23 05887**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 64 D 33/02** (2023.01), B 64 D 15/12, B 64 D 15/20,
F 02 C 7/047

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 Module d'admission d'air pour une turbomachine d'aéronef et son procédé de dégivrage.

②2 Date de dépôt : 11.06.23.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 13.12.24 Bulletin 24/50.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 25.04.25 Bulletin 25/17.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *SAFRAN NACELLES Société par
actions simplifiée — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : CARUEL Pierre Charles.

⑦3 Titulaire(s) : *SAFRAN NACELLES Société par
actions simplifiée.*

⑦4 Mandataire(s) : ARGYMA.

FR 3 149 593 - B1



Description

Titre de l'invention : Module d'admission d'air pour une turbomachine d'aéronef et son procédé de dégivrage

Domaine technique

- [0001] La présente invention concerne le domaine du dégivrage d'un module d'admission d'air d'une turbomachine d'aéronef.
- [0002] De manière connue, une turbomachine d'aéronef, telle qu'un turbopropulseur, comprend une veine d'air dans laquelle circule un flux d'air d'amont en aval. Le turbopropulseur comprend classiquement d'amont en aval un ou plusieurs compresseurs, une chambre de combustion et une ou plusieurs turbines. Une des turbines, notamment dite turbine de puissance, est couplée en rotation à une hélice montée à l'extrémité amont du turbopropulseur, classiquement via un réducteur. L'hélice permet d'assurer tout ou partie de la poussée de l'aéronef et est non carénée, c'est-à-dire que le turbopropulseur est exempt de carénage s'étendant autour des pales rotatives de l'hélice.
- [0003] De manière connue, le turbopropulseur comprend un redresseur comprenant des aubes statoriques qui s'étend à l'entrée de la veine d'air pour guider l'air en sortie de l'hélice dans la veine. L'air admis est comprimé dans le ou les compresseurs ayant chacun un ou plusieurs étages avec un rotor et un stator. Pour adapter le débit d'air admis dans le compresseur en fonction du régime du turbopropulseur, une roue directrice d'entrée est classiquement montée entre le redresseur et le ou les compresseurs. La roue directrice d'entrée comprend des aubes statoriques à calage variable, c'est-à-dire montées pivotantes radialement pour avoir un angle d'inclinaison variable.
- [0004] En pratique, lors du vol d'un aéronef, du fait des conditions de température et de pression, du givre est susceptible de se former voire de s'accumuler sur les aubes du redresseur, de la roue directrice d'entrée voire du rotor de l'étage amont du compresseur. L'accumulation de givre est indésirable car cela peut affecter l'aérodynamisme et la répartition de la masse autour de l'axe de rotation du turbopropulseur. De plus, le détachement d'un bloc de givre de l'hélice peut entraîner son ingestion dans le turbopropulseur, ce qui est susceptible de l'endommager. Les turbopropulseurs sont davantage exposés au givre que les turboréacteurs dont la soufflante est carénée et permet par effet centrifuge de diriger l'eau en surfusion dans la veine secondaire et ainsi éviter la formation de givre dans la veine primaire.
- [0005] Pour éviter la formation et/ou l'accumulation de givre dans les turboréacteurs, il est connu par les demandes de brevet FR2986779A1 et FR3096657A1 de monter un dispositif infrarouge dans la nacelle pour chauffer les parois de l'entrée d'air. Une telle

solution augmente l'encombrement dans l'entrée d'air et le rayonnement infrarouge émis n'est pas adapté pour atteindre les aubes situées dans la veine d'air d'un turbo-propulseur, notamment celles de la roue directrice d'entrée et du rotor de l'étage amont du compresseur.

[0006] L'invention vise ainsi à éliminer au moins certains de ces inconvénients.

PRESENTATION DE L'INVENTION

[0007] L'invention concerne un module d'admission d'air pour une turbomachine d'aéronef, ledit module d'admission d'air s'étendant selon un axe longitudinal orienté d'amont en aval et étant configuré pour être monté en aval d'une hélice de la turbomachine d'aéronef, ledit module d'admission d'air comprenant :

- une paroi intérieure et une paroi extérieure, s'étendant autour de la paroi intérieure, définissant ensemble une veine de circulation d'un flux d'air,
- une pluralité d'aubes de guidage du flux d'air s'étendant radialement dans la veine et comprenant chacune un bord d'attaque à l'amont, et
- au moins un organe statorique monté fixe sur la paroi intérieure et sur la paroi extérieure et s'étendant radialement dans la veine en amont des aubes de guidage.

[0008] L'invention est remarquable en ce que ledit au moins un organe statorique comprend un dispositif d'émission d'ondes infrarouges configuré pour émettre un faisceau infrarouge sur le bord d'attaque d'au moins une des aubes de guidage.

[0009] Grâce à l'invention, les aubes de guidage situées dans la veine d'air peuvent être dégivrées de manière efficace et précise grâce à un faisceau infrarouge peu énergivore émis directement au sein de la veine d'air. Le dispositif d'émission d'ondes infrarouges est avantageusement intégré dans les organes statoriques présents dans la veine d'air, au niveau de l'extrémité aval, pour ne pas perturber l'écoulement du flux d'air. Ceci permet d'émettre un faisceau infrarouge de direction et d'angle d'ouverture permettant un dégivrage précis et efficace du bord d'attaque des aubes de guidage.

[0010] Selon un aspect de l'invention, ledit organe statorique ou au moins un des organes statoriques se présente sous la forme d'un bras de carter structural. Les bras du carter structural, de par leurs dimensions et leur fonction structurale dans la turbomachine, sont avantageusement adaptés pour recevoir le dispositif d'émission d'ondes infrarouges. En outre, les bras du carter structural s'étendent directement en amont des aubes de la roue directrice d'entrée, ce qui permet un dégivrage localisé, donc précis et efficace, sans risque de surchauffe.

[0011] Selon un aspect de l'invention, ledit organe statorique ou au moins un des organes statoriques se présente sous la forme d'une aube de redresseur. Les aubes de redresseur sont avantageusement réparties sur toute la circonférence de la veine d'air ce qui

permet d'intégrer un grand nombre de dispositifs d'émission d'ondes infrarouges dirigés chacun vers le bord d'attaque d'un nombre restreint d'aubes de guidage.

- [0012] Selon un aspect de l'invention, au moins une partie des aubes de guidage sont des aubes directrices d'entrée, de préférence montées pivotantes selon un axe radial. Les aubes directrices d'entrée sont exposées au givre, en particulier dans un turbo-propulseur où l'hélice est non carénée. En effet, l'eau en surfusion n'est pas évacuée par effet centrifuge dans une veine secondaire comme c'est le cas dans un turbo-réacteur avec une soufflante.
- [0013] Selon un aspect de l'invention, au moins une partie des aubes de guidage sont des aubes de compresseur, de préférence rotoriques d'un étage amont du compresseur. De telles aubes sont également soumises au risque de givre en particulier dans un turbo-propulseur où l'hélice est non carénée. En effet, l'eau en surfusion n'est pas évacuée par effet centrifuge dans une veine secondaire comme c'est le cas dans un turbo-réacteur avec une soufflante.
- [0014] Selon un aspect de l'invention, le dispositif d'émission d'ondes infrarouges est configuré pour émettre un faisceau infrarouge directionnel orienté vers l'aval ayant un angle d'ouverture inférieur à 150° . Le faisceau infrarouge est de préférence orienté selon un axe parallèle à l'axe longitudinal. Ceci permet de diriger le rayonnement infrarouge uniquement sur les zones à dégivrer, à savoir le bord d'attaque des aubes de guidage. Ceci permet de limiter la consommation d'énergie.
- [0015] Selon un aspect de l'invention, le dispositif d'émission d'ondes infrarouges comprend une source d'ondes infrarouges et un organe réfléchissant monté en amont de la source d'ondes infrarouges, l'organe réfléchissant étant de préférence monté concave de concavité tournée vers l'aval. De préférence, l'organe réfléchissant est une paroi métallique, préférentiellement polie. Avantagusement, l'organe réfléchissant permet de diriger et concentrer le faisceau infrarouge sur les zones à dégivrer, à savoir le bord d'attaque des aubes de guidage.
- [0016] Selon un aspect de l'invention, le dispositif d'émission d'ondes infrarouges est configuré pour éclairer de manière intermittente lors du passage des aubes de guidage dans la zone éclairée par le faisceau infrarouge. Un éclairage intermittent permet avantagusement une réduction de la consommation d'énergie, tout en assurant un dégivrage efficace.
- [0017] Selon un aspect de l'invention, le dispositif d'émission d'ondes infrarouges comprend une source d'ondes infrarouges se présentant sous la forme d'un organe résistif chauffant alimenté électriquement. Une telle source d'ondes infrarouges est avantagusement efficace et économique.
- [0018] Selon un aspect de l'invention, ledit au moins un organe statorique comprend un logement aval dans lequel est monté le dispositif d'émission d'ondes infrarouges pour

le protéger et ne pas perturber l'écoulement du flux d'air dans la veine.

- [0019] De préférence, le logement aval comporte au moins une portion translucide ou transparente, qui est avantageusement adaptée pour transmettre le rayonnement infrarouge.
- [0020] Selon un aspect préféré, le logement aval est ouvert. Ceci permet de s'affranchir d'une portion translucide ou transparente. Le logement aval peut notamment être formé par le corps de l'organe statorique de manière simple et pratique.
- [0021] Selon un autre aspect préféré, le logement aval est fermé et comporte ainsi un bord de fuite permettant de préserver l'aérodynamisme.
- [0022] L'invention concerne également un ensemble d'une hélice pour une turbomachine d'aéronef et d'un module d'admission d'air tel que décrit précédemment, dans lequel le module d'admission d'air est monté en aval de l'hélice.
- [0023] L'invention concerne également une turbomachine d'aéronef comprenant une hélice et un module d'admission d'air tel que décrit précédemment, dans lequel le module d'admission d'air est monté en aval de l'hélice. La turbomachine d'aéronef se présente de préférence sous la forme d'un turbopropulseur.
- [0024] L'invention concerne également un procédé de dégivrage d'un module d'admission d'air tel que décrit précédemment, dans lequel le dispositif d'émission d'ondes infrarouges dudit au moins un organe statorique émet un faisceau infrarouge sur le bord d'attaque d'au moins une des aubes de guidage.

PRESENTATION DES FIGURES

- [0025] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple, et se référant aux figures suivantes, données à titre d'exemples non limitatifs, dans lesquelles des références identiques sont données à des objets semblables.
- [0026] La [Fig.1] est une représentation schématique en demi-coupe longitudinale d'un module d'admission d'air d'un turbopropulseur d'aéronef selon une forme de réalisation de l'invention.
- [0027] La [Fig.2] est une représentation schématique rapprochée de la [Fig.1], dans laquelle un dispositif d'émission d'ondes infrarouges est intégré dans un ou plusieurs bras structuraux de carter pour dégivrer le bord d'attaque des aubes de la roue directrice d'entrée.
- [0028] La [Fig.3] est une représentation schématique d'une forme de réalisation alternative de la [Fig.2], dans laquelle les dispositifs d'émission d'ondes infrarouges assurent également le dégivrage du bord d'attaque des aubes rotoriques de l'étage amont du compresseur.
- [0029] La [Fig.4] est une représentation schématique d'une forme de réalisation alternative

de la [Fig.2], dans laquelle un dispositif d'émission d'ondes infrarouges est intégré dans une ou plusieurs aubes de redresseur pour dégivrer le bord d'attaque des aubes directrices d'entrée.

- [0030] La [Fig.5] est une représentation schématique d'une forme de réalisation alternative de la [Fig.2], dans laquelle des dispositifs d'émission d'ondes infrarouges sont intégrés dans des bras structuraux de carter et dans des aubes de redresseur pour dégivrer le bord d'attaque des aubes directrices d'entrée et des aubes rotoriques de l'étage amont du compresseur.
- [0031] La [Fig.6] est une représentation schématique en projection des organes statoriques et des aubes de guidage du module d'admission d'air selon une forme de réalisation de l'invention.
- [0032] La [Fig.7] est une représentation schématique en perspective d'un organe statorique selon une première forme de réalisation de l'invention.
- [0033] La [Fig.8] est une représentation schématique en perspective d'un organe statorique selon une deuxième forme de réalisation de l'invention.
- [0034] Il faut noter que les figures exposent l'invention de manière détaillée pour mettre en œuvre l'invention, lesdites figures pouvant bien entendu servir à mieux définir l'invention le cas échéant.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

- [0035] L'invention concerne un module d'admission d'air configuré pour être monté dans une turbomachine d'aéronef, en particulier un turbopropulseur, et son procédé de dégivrage.
- [0036] Comme décrit précédemment et illustré partiellement sur la [Fig.1], une turbomachine d'aéronef, en particulier un turbopropulseur, comprend classiquement une veine d'air 5 dans laquelle circule un flux d'air F d'amont en aval. Le turbopropulseur comprend classiquement d'amont en aval un ou plusieurs compresseurs 17, une chambre de combustion (non représentée) et une ou plusieurs turbines (non représentées). Une des turbines, notamment dite turbine de puissance, est couplée en rotation à une hélice 20 montée à l'extrémité amont du turbopropulseur, classiquement via un réducteur (non représenté). L'hélice 20 permet d'assurer tout ou partie de la poussée de l'aéronef et est non carénée, c'est-à-dire que le turbopropulseur est exempt de carénage s'étendant autour des pales rotatives de l'hélice 20.
- [0037] Comme décrit précédemment et illustré sur la [Fig.1], le turbopropulseur d'aéronef comprend un redresseur 12 comprenant des aubes statoriques s'étendant à l'entrée de la veine d'air 5 pour guider le flux d'air F en sortie de l'hélice 20 dans la veine 5. Le flux d'air F admis est compressé dans le ou les compresseurs 17 comprenant chacun un ou plusieurs étages avec un rotor et un stator. Pour adapter le débit d'air admis dans le

compresseur 17 en fonction du régime du turbopropulseur, le turbopropulseur comprend une roue directrice d'entrée 15 montée en aval du redresseur 12 et en amont du ou des compresseurs 17. La roue directrice d'entrée 15 comprend des aubes statoriques à calage variable, c'est-à-dire montées pivotantes radialement pour avoir un angle d'inclinaison variable.

[0038] Comme illustré sur la [Fig.1], le turbopropulseur d'aéronef comprend également un carter structural 13 comportant un ou plusieurs bras structuraux s'étendant dans la veine d'air en aval du redresseur 12 et en amont de la roue directrice d'entrée 15. Les bras du carter structural 13 assurent typiquement le passage du câblage et du fluide de lubrification. Il va de soi que le turbopropulseur pourrait ne pas comprendre de redresseur 12 ou ne pas comprendre de roue directrice d'entrée 15.

[0039] Selon l'invention et comme illustré sur la [Fig.1], le module d'admission d'air 1 est monté en aval de l'hélice 20 selon un axe longitudinal X et comprend :

- une paroi intérieure 2 et une paroi extérieure 3, s'étendant autour de la paroi intérieure 2, définissant ensemble la veine d'air 5,
- des aubes de guidage 14 du flux d'air F s'étendant radialement dans la veine 5 et comprenant chacune un bord d'attaque BA ([Fig.2]) à l'amont exposé au givre,
- un ou plusieurs organes statoriques 6 montés fixes sur la paroi intérieure 2 et sur la paroi extérieure 3 et s'étendant radialement dans la veine 5 en amont des aubes de guidage 14, un ou plusieurs des organes statoriques 6 comprenant un dispositif d'émission d'ondes infrarouges 8 (voir [Fig.2]) configuré pour émettre un faisceau infrarouge IR sur le bord d'attaque BA d'une ou plusieurs des aubes de guidage 14 pour les dégivrer.

[0040] Il est précisé que les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport à la circulation du flux d'air F. Les termes « intérieur » et « extérieur » sont quant à eux définis radialement par rapport à l'axe X du module d'admission d'air 1.

[0041] Comme ce sera décrit par la suite, les aubes de guidage 14 désignent de préférence les aubes de la roue directrice d'entrée 15 et/ou les aubes du rotor 16 de l'étage amont du compresseur 17 s'étendant en aval de la roue directrice d'entrée 15. De plus, le ou les organes statoriques 6 désignent de préférence une ou plusieurs aubes de redresseur 12 et/ou un ou plusieurs bras du carter structural 13.

[0042] Les aubes de guidage 14 dans la veine d'air 5, notamment celles de la roue directrice d'entrée 15 et/ou de rotor 16 de compresseur 17, sont ainsi dégivrées grâce à une ou plusieurs sources d'ondes infrarouges locales montées directement dans la veine d'air 5. Le dégivrage est avantageusement efficace et peu énergivore. Les sources d'ondes infrarouges sont avantageusement intégrées dans les bras du carter structural 13 et/ou dans les aubes de redresseur 12 au plus près des aubes de guidage 14 à dégivrer.

- [0043] Comme illustré sur la [Fig.1], la veine d'air 5 est typiquement axisymétrique, délimitée de manière radialement intérieure par la paroi intérieure 2 et de manière radialement extérieure par la paroi extérieure 3. La paroi extérieure 3 comprend à son extrémité amont une lèvre d'entrée d'air 4 et est définie d'amont en aval par la virole extérieure du redresseur 12, par la paroi extérieure du carter structural 13, par la virole extérieure de la roue directrice d'entrée 15 et par la paroi extérieure de rotor 16 de l'étage amont du compresseur 17. La paroi intérieure 2 s'étend en aval de l'hélice 20 et plus précisément dans le prolongement aval de la paroi du cône de l'hélice 20. La paroi intérieure 2 est définie d'amont en aval par la virole intérieure du redresseur 12, par la paroi intérieure du carter structural 13, par le disque de la roue directrice d'entrée 15 et par le disque de rotor 16 de l'étage amont du compresseur 17.
- [0044] Dans l'exemple de la [Fig.2], le dispositif d'émission d'ondes infrarouges 8 est intégré dans un ou plusieurs bras de carter structural 13 au niveau de leur extrémité aval de sorte à émettre un faisceau infrarouge IR sur le bord d'attaque BA d'une ou plusieurs aubes de la roue directrice d'entrée 15. Comme illustré sur la [Fig.3], le faisceau infrarouge IR peut de manière alternative ou complémentaire être dirigé sur le bord d'attaque BA d'une ou plusieurs aubes du compresseur 17, et notamment celles du rotor 16 de l'étage amont qui sont les plus exposées au givre. Ces modes de réalisation, où les bras du carter structural 13 forment les organes statoriques 6, sont particulièrement avantageux car la source infrarouge est ainsi localisée au plus près des aubes de guidage 14 à dégivrer. En outre, les bras de carter structural 13 sont adaptés en termes de dimensions pour intégrer un dispositif d'émission d'ondes infrarouges 8.
- [0045] Dans l'exemple de la [Fig.4], le dispositif d'émission d'ondes infrarouges 8 est intégré dans une ou plusieurs aubes du redresseur 12 au niveau de leur extrémité aval de sorte à émettre un faisceau infrarouge IR sur le bord d'attaque BA d'une ou plusieurs aubes de la roue directrice d'entrée 15. De manière alternative ou complémentaire, le faisceau infrarouge IR est dirigé sur le bord d'attaque BA d'une ou plusieurs aubes du compresseur 17, et notamment celles du rotor 16 de l'étage amont les plus exposées au givre. Ces modes de réalisation, où les aubes de redresseur 12 forment les organes statoriques 6, présentent l'avantage d'avoir un plus grand nombre de sources d'infrarouges réparties sur la circonférence de la veine d'air 5. Comme illustré sur la [Fig.5], des dispositifs d'émission d'ondes infrarouges 8 peuvent être intégrés à la fois dans les aubes de redresseur 12 et dans les bras du carter structural 13.
- [0046] Dans l'exemple des figures 7 et 8, le dispositif d'émission d'ondes infrarouges 8 est monté dans un logement aval 7, 7' de l'organe statorique 6, qu'il s'agisse d'un bras de carter structural 13 ou d'une aube de redresseur 12. Pour cela, l'organe statorique 6 comprend un corps 19 avec une extrémité aval tronquée et le logement aval 7, 7' s'étend à l'aval du corps 19 (à la place de l'extrémité aval tronquée). Alternativement,

le corps 19 de l'organe statorique 6 comprend une extrémité aval et le logement aval 7, 7' s'étend en aval de l'extrémité aval du corps 19. Le logement aval 7, 7' peut également en tout ou partie être formé par le corps 19 de l'organe statorique 6 lui-même.

- [0047] Comme illustré sur les figures 7 et 8, le logement aval 7, 7' s'étend de préférence dans le prolongement aval de l'organe statorique 6 pour préserver l'aérodynamisme. Dans l'exemple de la [Fig.7], le logement aval 7 est fermé et comprend un bord de fuite aérodynamique. Un tel logement 7 comprend au moins une portion translucide ou transparente adaptée pour transmettre au moins en partie le faisceau infrarouge IR émis par le dispositif d'émission d'ondes infrarouges 8. Dans l'exemple de la [Fig.8], le logement aval 7' est ouvert à l'aval, à savoir est exempt de bord de fuite. L'ouverture permet de s'affranchir de matériau translucide ou transparent pour transmettre le faisceau infrarouge IR.
- [0048] Comme illustré sur les figures 7 et 8, le dispositif d'émission d'ondes infrarouges 8 comprend une source d'ondes infrarouges 9 et, de préférence, un organe réfléchissant 10 monté en amont de la source d'ondes infrarouges 9. La source d'ondes infrarouges 9 se présente de préférence sous la forme d'un organe résistif chauffant alimenté électriquement, notamment émettant un rayonnement omnidirectionnel. La source d'ondes infrarouges 9 s'étend de préférence sur au moins la moitié de la hauteur radiale de l'organe statorique 6, préférentiellement sur au moins 75%, et de façon encore plus préférée sur sensiblement toute la hauteur radiale. Dans cet exemple, la source d'ondes infrarouges 9 se présente sous la forme d'un filament, notamment de carbone, en forme de I comprenant des connecteurs d'alimentation électrique 11 à ses extrémités radialement intérieures et extérieures. Alternativement, une forme de U avec deux connecteurs d'alimentation électrique 11 du même côté radialement intérieur ou extérieur peut être utilisée.
- [0049] Comme illustré sur la [Fig.6], le dispositif d'émission d'ondes infrarouges 8 est configuré pour émettre un faisceau infrarouges IR directionnel orienté vers l'aval, notamment selon un axe sensiblement parallèle à l'axe longitudinal X, ayant un angle d'ouverture α prédéterminé. L'organe réfléchissant 10, de préférence concave de concavité tournée vers l'aval, permet avantageusement de réfléchir le rayonnement omnidirectionnel émis par la source d'ondes infrarouges 9 de manière à former le faisceau infrarouge IR. L'organe réfléchissant 10 est par exemple une paroi métallique, en particulier polie. Alternativement ou de manière complémentaire, le dimensionnement de l'ouverture et/ou de la portion translucide ou transparente du logement 7, 7' permet de former le faisceau infrarouge IR.
- [0050] L'angle d'ouverture α est de préférence inférieur à 150° , défini dans un plan tangentiel par rapport à l'axe longitudinal X. Un faible angle d'ouverture α , par

exemple inférieur à 90° , permet de concentrer l'irradiation sur le bord d'attaque BA d'un unique organe de guidage 14-D, dans l'exemple de la [Fig.6] à partir de l'organe statorique 6-B. Un grand angle d'ouverture α , par exemple compris entre 90° et 150° , permet d'englober le bord d'attaque BA de plusieurs organes de guidage 14 voisins, de même type ou non. Dans cet exemple, le dispositif d'émission d'ondes infrarouges 8 intégré dans l'organe statorique 6-A permet d'irradier plusieurs aubes du compresseur 17, mais également une aube de la roue directrice d'entrée 15. Le faisceau infrarouge IR est continu ou intermittent, en fonction des besoins de dégivrage.

[0051] Selon un aspect illustré sur la [Fig.6], le dispositif d'émission d'ondes infrarouges 8 monté dans l'organe statorique 6-C est configuré pour émettre un faisceau infrarouge IR intermittent uniquement lors du passage d'une aube rotorique 16 du compresseur 17 dans la zone éclairée par le faisceau infrarouge IR. Ceci permet de synchroniser l'éclairage infrarouge avec le passage de l'aube. Le dispositif d'émission d'ondes infrarouges 8 n'est allumé que lors du passage de l'aube rotorique 16 dans sa zone d'éclairage, ce qui réduit la consommation d'énergie. La fréquence d'éclairage est déterminée par exemple à partir de la vitesse de rotation du rotor 16, notamment acquise par un organe de mesure 18 tel qu'un capteur optique, à effet Hall, capacitif ou inductif.

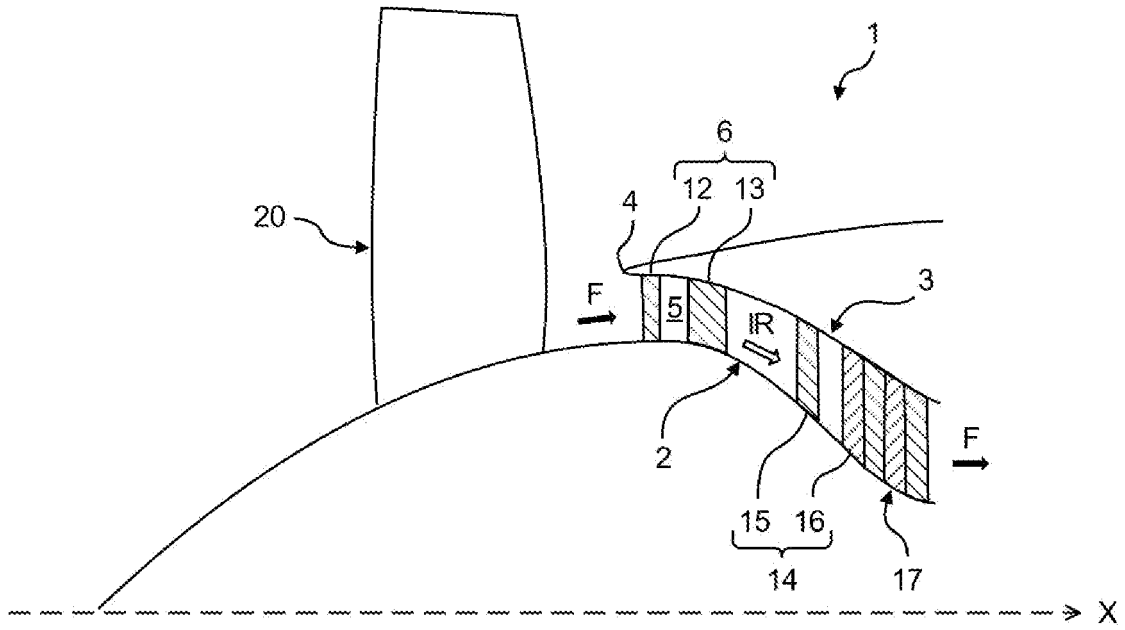
[0052] L'invention concerne également un procédé de dégivrage du module d'admission d'air 1 lors duquel chaque dispositif d'émission d'ondes infrarouges 8 émet un faisceau infrarouge IR sur une ou plusieurs aubes de guidage 14 dans la veine d'air 5. Le dégivrage peut être déclenché de manière manuelle ou automatique, de manière continue ou intermittente. Le faisceau infrarouge IR reçu sur le bord d'attaque BA de l'aube de guidage 14 permet avantageusement de faire fondre le givre présent ou d'empêcher sa formation. L'invention présente l'avantage d'être peu énergivore et précise, grâce à des sources d'ondes infrarouges 9 montées directement dans la veine d'air 5 au plus près des aubes de guidage 14 à dégivrer.

Revendications

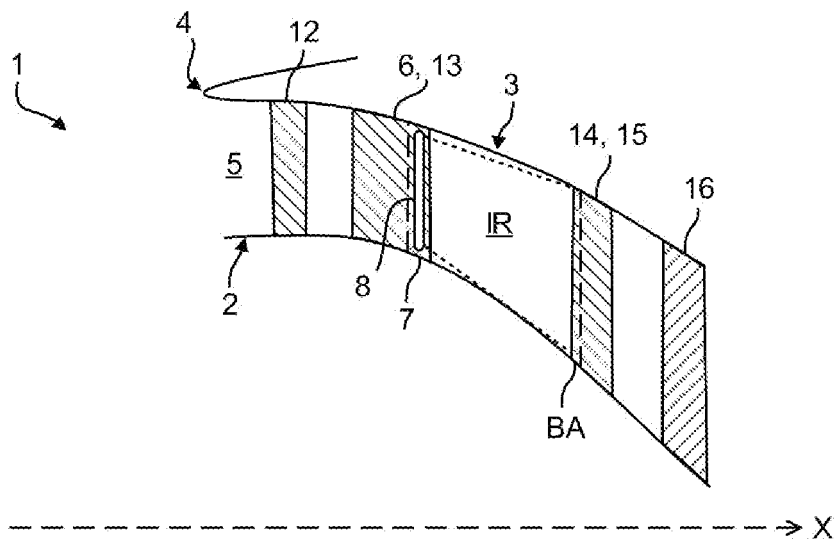
- [Revendication 1] Module d'admission d'air (1) pour une turbomachine d'aéronef, ledit module d'admission d'air (1) s'étendant selon un axe longitudinal (X) orienté d'amont en aval et étant configuré pour être monté en aval d'une hélice (20) de la turbomachine d'aéronef, ledit module d'admission d'air (1) comprenant :
- une paroi intérieure (2) et une paroi extérieure (3), s'étendant autour de la paroi intérieure (2), définissant ensemble une veine (5) de circulation d'un flux d'air (F),
 - une pluralité d'aubes de guidage (14) du flux d'air (F) s'étendant radialement dans la veine (5) et comprenant chacune un bord d'attaque (BA) à l'amont,
 - au moins un organe statorique (6) monté fixe sur la paroi intérieure (2) et sur la paroi extérieure (3) et s'étendant radialement dans la veine (5) en amont des aubes de guidage (14),
 - ledit module d'admission d'air (1) étant **caractérisé en ce que** ledit au moins un organe statorique (6) comprend un dispositif d'émission d'ondes infrarouges (8) configuré pour émettre un faisceau infrarouge (IR) sur le bord d'attaque (BA) d'au moins une des aubes de guidage (14).
- [Revendication 2] Module d'admission d'air (1) selon la revendication 1, dans lequel ledit organe statorique (6) ou au moins un des organes statoriques (6) se présente sous la forme d'un bras de carter structural (13).
- [Revendication 3] Module d'admission d'air (1) selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel ledit organe statorique (6) ou au moins un des organes statoriques (6) se présente sous la forme d'une aube d'un redresseur (12).
- [Revendication 4] Module d'admission d'air (1) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel au moins une partie des aubes de guidage (14) sont des aubes d'une roue directrice d'entrée (15), de préférence montées pivotantes selon un axe radial.
- [Revendication 5] Module d'admission d'air (1) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel au moins une partie des aubes de guidage (14) sont des aubes d'un compresseur (17), de préférence rotoriques d'un étage amont du compresseur (17).

- [Revendication 6] Module d'admission d'air (1) selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le dispositif d'émission d'ondes infrarouges (8) est configuré pour émettre un faisceau infrarouge (IR) directionnel orienté vers l'aval ayant un angle d'ouverture (α) inférieur à 150° .
- [Revendication 7] Module d'admission d'air (1) selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le dispositif d'émission d'ondes infrarouges (8) comprend une source d'ondes infrarouges (9) et un organe réfléchissant (10) monté en amont de la source d'ondes infrarouges (9), l'organe réfléchissant (10) étant de préférence monté concave de concavité tournée vers l'aval.
- [Revendication 8] Module d'admission d'air (1) selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le dispositif d'émission d'ondes infrarouges (8) est configuré pour éclairer de manière intermittente lors du passage des aubes de guidage (14) dans la zone éclairée par le faisceau infrarouge (IR).
- [Revendication 9] Module d'admission d'air (1) selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel ledit au moins un organe statorique (6) comprend un logement aval (7, 7') dans lequel est monté le dispositif d'émission d'ondes infrarouges (8), le logement aval (7, 7') comportant de préférence au moins une portion translucide ou transparente.
- [Revendication 10] Procédé de dégivrage d'un module d'admission d'air (1) selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel le dispositif d'émission d'ondes infrarouges (8) dudit au moins un organe statorique (6) émet un faisceau infrarouge (IR) sur le bord d'attaque (BA) d'au moins une des aubes de guidage (14).

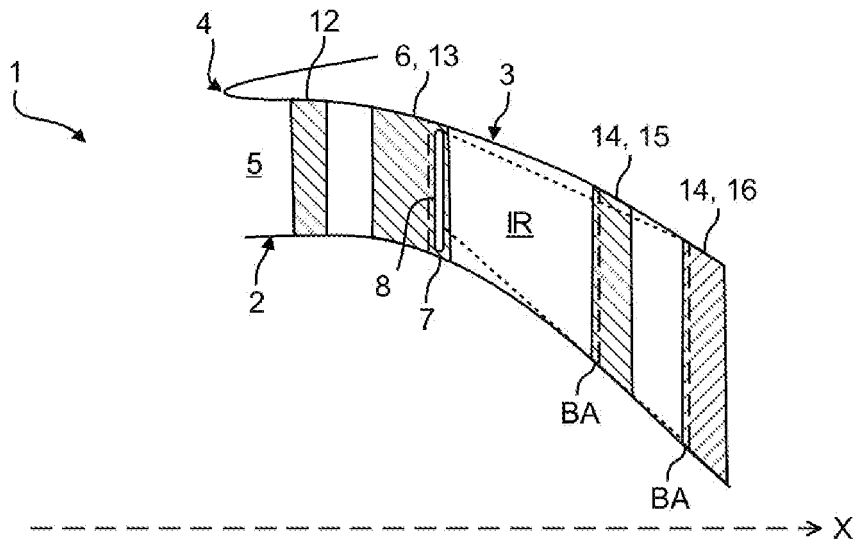
[Fig. 1]

**FIG. 1**

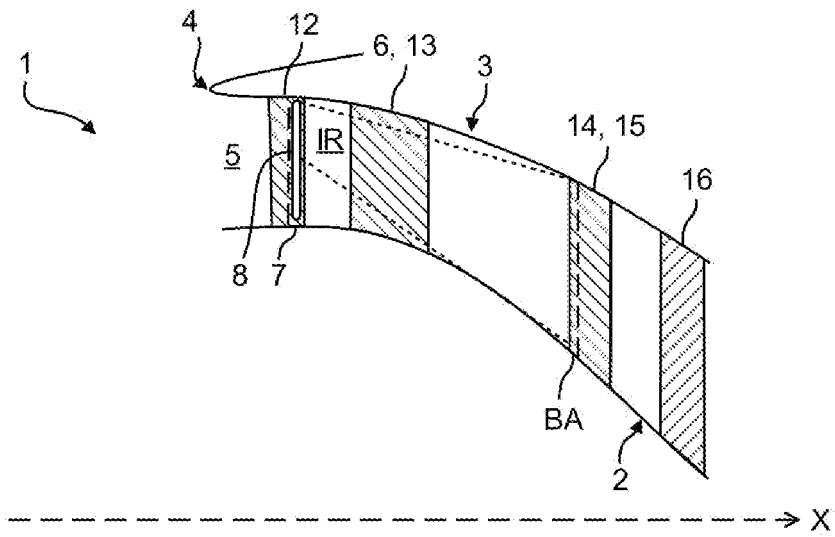
[Fig. 2]

**FIG. 2**

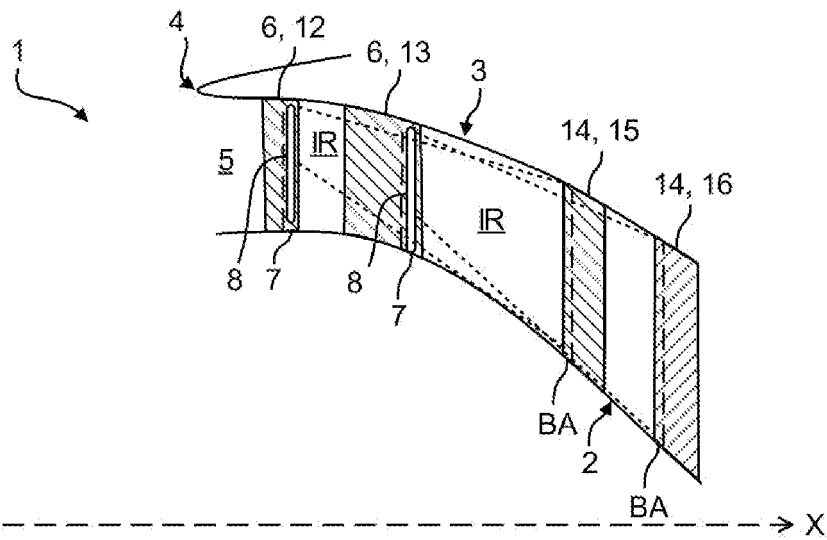
[Fig. 3]

**FIG. 3**

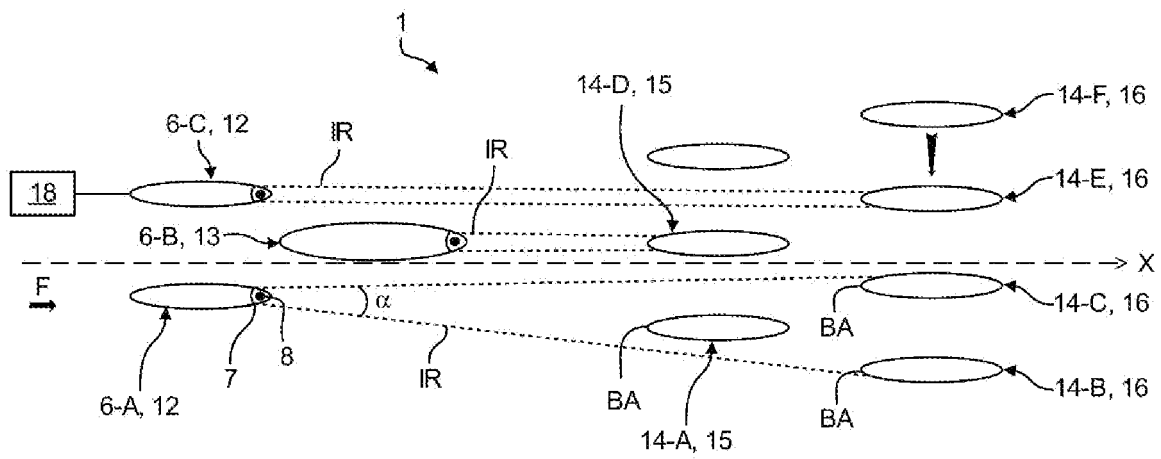
[Fig. 4]

**FIG. 4**

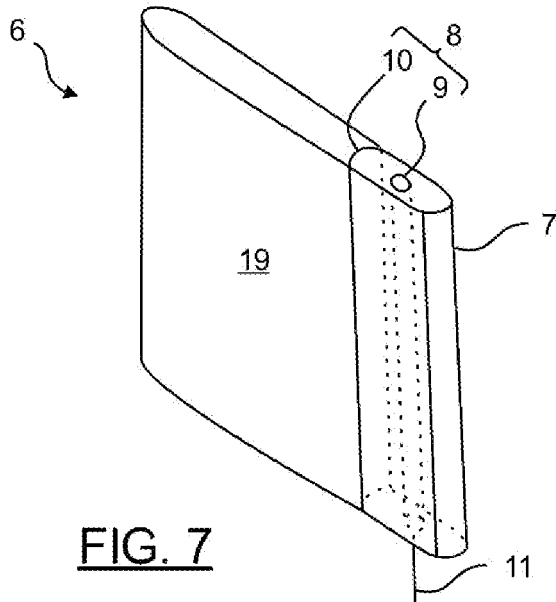
[Fig. 5]

**FIG. 5**

[Fig. 6]

**FIG. 6**

[Fig. 7]

**FIG. 7**

[Fig. 8]

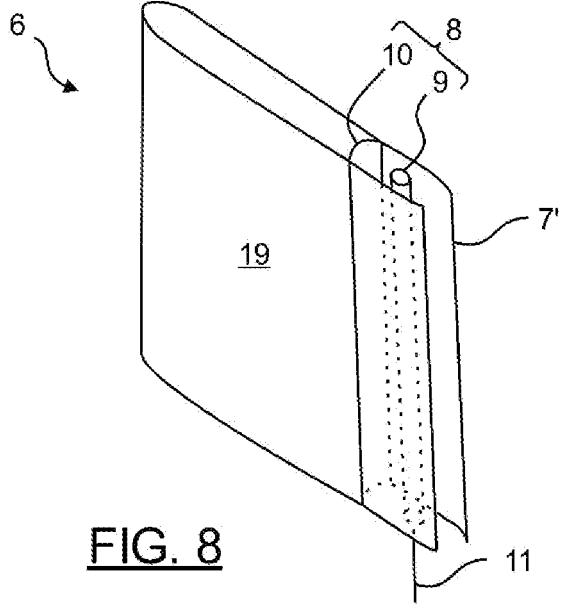


FIG. 8

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**

NEANT

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

FR 2 986 779 A1 (AIRCELLE SA [FR])
16 août 2013 (2013-08-16)

FR 3 096 657 A1 (SAFRAN NACELLES [FR])
4 décembre 2020 (2020-12-04)

US 9 874 109 B2 (HATCHER JR CLIFFORD [US];
RUHGE FORREST R [US] ET AL.)
23 janvier 2018 (2018-01-23)

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

NEANT