

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

①① N° de publication : **3 130 897**

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

②① N° d'enregistrement national : **21 13847**

⑤① Int Cl⁸ : **F 02 C 9/22 (2022.01), F 04 D 29/56**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ TURBOMACHINE D'AÉRONEF.

②② Date de dépôt : 17.12.21.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 23.06.23 Bulletin 23/25.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 24.11.23 Bulletin 23/47.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
SAS — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *MARTINEZ LUQUE, Raul, GUEGAN,
Damien Bernard Emeric, SECONDAT DE
MONTESQUIEU, Antoine Claude Baudouin Raoul
Marie, SOULAT, Laurent et SCHVALLINGER, Michaël
Franck Antoine.*

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

⑦④ Mandataire(s) : *GEVERS & ORES.*

FR 3 130 897 - B1



Description

Titre de l'invention : TURBOMACHINE D'AÉRONEF

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne le domaine général de l'aéronautique. Elle vise plus particulièrement une turbomachine d'aéronef.

Arrière-plan technique

[0002] De manière conventionnelle, une turbomachine d'aéronef comprend un générateur de gaz comprenant le long d'un axe longitudinal au moins un compresseur, une chambre de combustion, et au moins une turbine.

[0003] Un flux d'air pénètre dans le générateur de gaz et est comprimé dans le ou les compresseurs. Ce flux d'air comprimé est mélangé à du carburant et brûlé dans la chambre de combustion puis les gaz de combustion sont détendus dans la ou les turbines. Cette détente provoque la rotation du ou des rotors de turbine, ce qui entraîne la rotation du ou des rotos de compresseur. Les gaz de combustion sont éjectés par une tuyère pour fournir une poussée qui peut s'ajouter à une poussée conférée par au moins une hélice ou soufflante de propulsion de la turbomachine.

[0004] Les flux de gaz s'écoulent dans la turbomachine à travers des veines annulaires. Comme cela est visible à la figure 1a, la turbomachine 10 comprend ainsi des parois annulaires coaxiales, respectivement interne 12 et externe 14, s'étendant l'une autour de l'autre et définissant entre elles une veine annulaire principale 16 d'écoulement d'un flux de gaz principal 18.

[0005] Dans le cas où le flux de gaz principal 18 doit être divisé en deux flux de gaz secondaires, respectivement interne 20 et externe 22, un séparateur annulaire 24 est disposé entre les deux parois 12, 14 et définit respectivement avec ces parois 12, 14 deux veines annulaires secondaires, respectivement interne 26 et externe 28, d'écoulement des flux de gaz secondaires 20, 22. Ce séparateur 24 comporte à une extrémité amont un bec annulaire 24a configuré pour séparer en deux le flux de gaz principal 18 et former les flux de gaz secondaires 20, 22.

[0006] Un aubage de rotor 30 peut s'étendre radialement à travers la veine principale 16, donc en amont du séparateur 24.

[0007] Comme illustré à la figure 1a, des bras structuraux 32 peuvent s'étendre radialement à travers la veine principale 16 en aval de l'aubage de rotor 30 et en amont du séparateur 24.

[0008] Dans la présente demande, on entend par bras 32 ou bras structural, un élément de stator qui a en section une forme générale aérodynamique telle que celle représentée à la figure 1b, mais qui ne comprend pas d'intrados ni d'extrados. Un bras 32 n'est donc

pas comparable à une aube ou pale qui est elle profilée de façon à comprendre un intrados et un extrados. Un bras 32 présente en général une symétrie par rapport à un plan P passant par l'axe de la turbomachine. Le nombre de bras 32 est en général inférieur à 10 et peut être de 4. Au moins un des bras 32 peut être creux et de forme tubulaire dans la direction radiale pour être traversé par des servitudes et servir ainsi au passage de ces servitudes dans le moteur à travers les veines.

- [0009] Pour certains types de turbomachine, tels que ceux à multiflux ou à cycle variable, il serait utile de disposer un aubage de stator 34 directement en aval de l'aubage de rotor 30 et intégré au bec 24a de séparation des flux à la place d'être positionné entre le rotor 30 et le séparateur 24 (cf. figure 2a), de manière à réduire la longueur du module entre le concept illustré sur la figure 1a et celui illustré sur la figure 2a. L'aubage de stator 34 comprendrait plusieurs aubes réparties autour de l'axe de la turbomachine. Comme évoqué dans ce qui précède et illustré à la figure 2b, chacune de ces aubes aurait en section un profil aérodynamique comportant un intrados 34a et un extrados 34b (figure 2b), donc un profil non symétrique ce qui n'est pas le cas du bras 32 visible sur la figure 1a. L'aubage de stator 34 s'étendrait radialement à travers la veine principale 16. Dans le cas où le bec 24a serait relié aux aubes de l'aubage de stator 34, ces aubes comprendraient des bords d'attaque 36 situés en amont du bec 24a, dans la veine principale 16, et des bords de fuite, respectivement interne 38a et externe 38b, situés dans les veines interne 26 et externe 28.
- [0010] L'aubage de stator 34 imposerait une direction particulière aux flux de gaz 16, 20, 22. Toutefois, dans le cas d'une turbomachine à cycle variable, il serait utile de prévoir une géométrie variable en aval de l'aubage de stator 34 pour pouvoir s'adapter aux différents régimes de fonctionnement et variations de taux de dilution de la turbomachine. Cependant, pour des raisons d'encombrement, l'ajout d'un aubage à calage variable en aval de l'aubage de stator 34 peut être complexe. En effet, cet ajout nécessiterait de rallonger la dimension axiale de la turbomachine, ce qui se traduirait par une augmentation de la masse de la turbomachine et une diminution de ses performances.
- [0011] De plus, pour des raisons de nuisance sonore, il ne serait pas non plus envisageable de rapprocher axialement l'aubage de stator 34 vers l'aubage de rotor 30.
- [0012] Dans la présente demande, on entend par une turbomachine à cycle variable, une turbomachine dont la poussée spécifique peut être modifiée à un régime moteur donné, en contrôlant des géométries variables de la turbomachine. Un exemple de géométrie variable est un aubage de stator à calage variable. Dans la présente demande, on entend par aubage une rangée annulaire d'aubes.
- [0013] L'invention propose ainsi d'optimiser une turbomachine telle qu'illustrée à la figure 2a de façon à pouvoir l'utiliser dans plusieurs configurations et notamment dans le cadre d'une turbomachine à plusieurs flux (au moins deux) et/ou d'une turbomachine à

cycle variable.

Résumé de l'invention

- [0014] La présente invention propose une turbomachine d'aéronef, comportant un générateur de gaz comprenant le long d'un axe longitudinal au moins un compresseur, une chambre de combustion et au moins une turbine, la turbomachine comportant en outre :
- [0015] - deux parois annulaires coaxiales, respectivement interne et externe, s'étendant l'une autour de l'autre et définissant entre elles une veine annulaire principale d'écoulement d'un flux d'air principal,
- [0016] - un aubage de rotor s'étendant radialement à travers ladite veine principale,
- [0017] - un séparateur annulaire disposé en aval de l'aubage de rotor et entre les deux parois, le séparateur définissant respectivement avec les parois interne et externe deux veines annulaires secondaires, respectivement interne et externe, d'écoulement de flux d'air secondaires, respectivement interne et externe, le séparateur comportant à une extrémité amont un bec annulaire configuré pour séparer en deux le flux d'air principal et former les flux d'air secondaires,
- [0018] - des éléments de stator s'étendant radialement d'une part à travers ladite veine principale et d'autre part à travers lesdites veines secondaires, ces éléments de stator étant reliés audit bec annulaire,
- [0019] caractérisée en ce que lesdits éléments de stator comprennent :
- [0020] - des aubes de redresseur fixes qui sont réparties autour dudit axe et qui comportent chacune un bord d'attaque situé en amont dudit bec, et des bords de fuite, respectivement interne et externe, situés respectivement dans les veines secondaires interne et externe, ces aubes de redresseur fixes étant reliées audit bec, et
- [0021] - des aubes de redresseur à calage variable qui sont réparties autour dudit axe et qui s'étendent radialement à travers au moins une desdites veines secondaires, chacune des aubes de redresseur à calage variable comportant un bord d'attaque et un bord de fuite,
- [0022] et en ce que :
- [0023] - les bords d'attaque des aubes de redresseur à calage variable sont situés en amont des bords de fuite interne et/ou externe des aubes de redresseur fixes, ou
- [0024] - les bords d'attaque des aubes de redresseur à calage variable sont situés directement en aval des bords de fuite interne et/ou externe des aubes de redresseur fixes, et sont séparés par des jeux axiaux prédéterminés de ces bords de fuite.
- [0025] La présente invention propose ainsi de mettre à la fois des aubes de redresseur fixes et des aubes de redresseur à calage variable à la place des bras de la figure 1a ou de l'aubage de stator de la figure 1b. Les aubes de redresseurs fixes et à calage variable sont très rapprochées axialement les unes des autres ou sont encastrées axialement les

unes dans les autres de façon à ce qu'elles soient considérées comme un ensemble formant les éléments de stator au sens de l'invention. En effet, soit les aubes de redresseur à calage variables ont leurs bords d'attaque situés en amont des bords de fuite des aubes de redresseur fixes, soit les aubes de redresseur à calage variables sont séparées par des jeux axiaux prédéterminées, les plus faibles possibles de préférence, des bords de fuite des aubes de redresseur fixes. La minimisation de ces jeux axiaux permet de limiter voire d'empêcher le passage de gaz en fonctionnement entre les bords de fuite des aubes de redresseur fixes et les bords d'attaque des aubes de redresseur à calage variable. On comprend ainsi que les gaz qui s'écoulent sur les intrados des aubes de redresseur fixes doivent s'écouler ensuite sur les intrados des aubes de redresseur à calage variable, et que les gaz qui s'écoulent sur les extrados des aubes de redresseur fixes doivent s'écouler ensuite sur les extrados des aubes de redresseur à calage variable.

- [0026] Cette configuration est particulièrement avantageuse car elle permet d'optimiser le fonctionnement de la turbomachine, en autorisant des applications multiflux ou à cycle variable, tout en limitant l'impact sur la longueur ou dimension axiale ainsi que la masse de la turbomachine. En effet, le fait de réduire le jeu axial entre les aubes de redresseur et de les positionner au niveau du bec permet de limiter l'impact de ces aubes sur la dimension axiale de la turbomachine.
- [0027] En amont de l'aubage de rotor situé dans la première veine, il peut y voir n'importe quelle configuration pour la turbomachine.
- [0028] Dans la présente demande, on entend par « annulaire, une forme de révolution autour d'un axe, cette forme pouvant être continue ou interrompue.
- [0029] De plus, dans la présente demande, on entend par un élément « à calage variable », un élément dont au moins une partie a une position qui peut être ajustée autour d'un axe, qui est appelé axe de calage. L'intégralité de cet élément ou seulement une partie de cet élément peut être à calage variable. Dans le cas d'une aube par exemple, elle peut être monobloc et avoir une position ajustable autour d'un axe de calage. En variante, elle pourrait comprendre qu'une partie seulement, comportant par exemple un bord d'attaque ou un bord de fuite, dont la position serait ajustable autour d'un axe de calage par rapport au reste de l'aube. Dans le cas d'un aubage comportant plusieurs aubes, chacune des aubes a une position ajustable autour d'un axe de calage qui lui est propre. Pour un même aubage, il y a donc autant d'axes de calage que d'aubes à calage variable. Chacun de ces axes peut avoir une orientation radiale ou inclinée par rapport à l'axe longitudinal de la turbomachine.
- [0030] La turbomachine peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison les unes avec les autres :
- lesdits jeux sont inférieurs à 10mm, et de préférence inférieurs ou égaux à 5mm ;

- [0031] -- lesdits jeux sont inférieurs à 10% de la corde de l'une des aubes fixes ou à calage variable, et de préférence inférieurs ou égaux à 5% de cette corde ;
- [0032] -- lesdites aubes de redresseur fixes comprennent un intrados et un extrados, et lesdites aubes de redresseur à calage variable comprennent un intrados et un extrados ;
- [0033] - le nombre desdites aubes de redresseur à calage variable est supérieur ou égal au nombre desdites aubes de redresseur fixes ;
- [0034] - lesdites aubes de redresseur à calage variable sont situées dans ladite veine secondaire interne ;
- [0035] - les bords de fuite desdites aubes de redresseur à calage variable sont situées en aval des bords de fuite externes des aubes de redresseurs fixes ;
- [0036] -- la turbomachine comprend en outre un système de commande du calage angulaire des aubes de redresseur à calage variable, ce système étant monté dans ledit séparateur ;
- [0037] - la turbomachine comprend en outre un système de commande du calage angulaire des aubes de redresseur à calage variable, ce système étant monté radialement à l'extérieur de ladite paroi externe ;
- [0038] - lesdites aubes de redresseur à calage variable sont situées dans ladite veine secondaire externe ;
- [0039] - des premières aubes de redresseur à calage variable sont situées dans ladite veine secondaire interne, et des secondes aubes de redresseur à calage variable sont situées dans ladite veine secondaire externe ;
- [0040] - la turbomachine comprend en outre un système commun de commande du calage angulaire des premières et secondes aubes de redresseur à calage variable, ou des systèmes indépendants de commande du calage angulaire respectivement des premières et secondes aubes de redresseur à calage variable ;
- [0041] - la turbomachine comprend en outre des bras structuraux répartis autour dudit axe dans ladite veine secondaire externe ;
- [0042] - le nombre de bras structuraux est inférieur au nombre d'aubes de redresseur fixes ;
- [0043] - les bras structuraux sont reliés à certaines desdites aubes de redresseur fixes ;
- [0044] - l'aubage de rotor est une soufflante ou un aubage de rotor de compresseur ;
- [0045] - les bords d'attaque des aubes de redresseur à calage variable sont situés à une distance des bords de fuite interne et/ou externe des aubes de redresseur fixes, qui est supérieure à 10% de la corde d'une de ces aubes, et plus préférentiellement supérieure ou égale à 20% de cette corde ;
- [0046] -- au moins certaines des aubes de redresseur fixes ont des profils ou cambrures différents des autres aubes de redresseur fixes ;
- [0047] -- au moins certains des bras ont des profils différents des autres bras.
- [0048] La présente invention concerne également un aéronef, en particulier un avion de

transport, comportant une turbomachine telle que décrite dans ce qui précède.

Brève description des figures

- [0049] 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 :
- [0050] [Fig.1a-1b] la figure 1a est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef, selon la technique antérieure à l'invention ; la figure 1b est une vue très schématique en coupe transversale d'un bras de la turbomachine de la figure 1a ;
- [0051] [Fig.2a-2b] la figure 2a est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une partie de turbomachine d'aéronef ; la figure 2b est une vue très schématique en coupe transversale d'une aube de stator de la turbomachine de la figure 2a ;
- [0052] [Fig.3a-3b] la figure 3a est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef, selon un premier mode de réalisation de l'invention ; la figure 3b est une vue très schématique en coupe transversale de deux aubes de redresseur fixes suivies de deux aubes de redresseur à calage variable de la turbomachine de la figure 3a, et illustrent, respectivement à gauche et à droite de la figure, deux positions distinctes de calage des aubes de redresseur à calage variable ;
- [0053] [Fig.4a-4b] la figure 4a est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef, selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ; la figure 4b est une vue très schématique en coupe transversale de deux aubes de redresseur fixes suivies de trois aubes de redresseur à calage variable de la turbomachine de la figure 4a, et illustrent, respectivement à gauche et à droite de la figure, deux positions distinctes de calage des aubes de redresseur à calage variable ;
- [0054] [Fig.5a-5b] la figure 5a est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef, selon un troisième mode de réalisation de l'invention ; la figure 5b est une vue très schématique en coupe transversale de deux aubes de redresseur fixes intercalées avec deux aubes de redresseur à calage variable de la turbomachine de la figure 5a, et illustrent, respectivement à gauche et à droite de la figure, deux positions distinctes de calage des aubes de redresseur à calage variable ;
- [0055] [Fig.6] la [Fig.6] est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef, selon un quatrième mode de réalisation de l'invention ;
- [0056] [Fig.7] la [Fig.7] est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef, selon un cinquième mode de réalisation de l'invention ;
- [0057] [Fig.8] la [Fig.8] est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef, selon un sixième mode de réalisation de l'invention ;
- [0058] [Fig.9] la [Fig.9] est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une tur-

- bomachine d'aéronef, selon un septième mode de réalisation de l'invention ;
- [0059] [Fig.10] la [Fig.10] est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef, selon un huitième mode de réalisation de l'invention ;
- [0060] [Fig.11] la [Fig.11] est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef, selon un neuvième mode de réalisation de l'invention ;
- [0061] [Fig.12] la [Fig.12] est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef, selon un dixième mode de réalisation de l'invention ;
- [0062] [Fig.13] la [Fig.13] est une demi vue très schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef, selon un onzième mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée de l'invention

- [0063] Les figures 1a, 1b, 2a et 2b ont été décrites dans ce qui précède.
- [0064] Les figures 3a et 3b illustrent un premier mode de réalisation de l'invention.
- [0065] De manière classique, la turbomachine 10 comporte un générateur de gaz (non représenté) comprenant le long d'un axe longitudinal au moins un compresseur, une chambre de combustion et au moins une turbine, la turbomachine.
- [0066] La turbomachine 10 comprend deux parois annulaires coaxiales, respectivement interne 12 et externe 14, s'étendant l'une autour de l'autre et définissant entre elles une veine annulaire principale 16 d'écoulement d'un flux de gaz principal 18.
- [0067] Le flux de gaz principal 18 est divisé en deux flux de gaz secondaires, respectivement interne 20 et externe 22, par un séparateur annulaire 24 qui est disposé entre les deux parois 12, 14. Ce séparateur 24 comporte à une extrémité amont un bec annulaire 24a configuré pour séparer en deux le flux de gaz principal 18 et former les flux de gaz secondaires 20, 22.
- [0068] Un aubage de rotor 30 s'étend radialement à travers la veine principale 16, en amont du séparateur 24.
- [0069] Des éléments de stator 40 sont situés en aval de l'aubage de rotor 30 et au niveau du bec de séparation 24a.
- [0070] Selon l'invention, ces éléments de stator 40 comprennent des aubes de redresseur fixes 42 et des aubes de redresseur à calage variable 44.
- [0071] Les aubes fixes 42 sont réparties autour de l'axe et comportent chacune un bord d'attaque 42a situé en amont du bec 24a, et des bords de fuite, respectivement interne 42b et externe 42c, situés respectivement dans les veines secondaires interne 26 et externe 28. On comprend ainsi que les aubes fixes 42 sont reliées au bec 24a, comme cela est visible dans le dessin. Comme cela est également visible, les bords d'attaque 42a peuvent être inclinés et s'étendre d'amont en aval vers l'extérieur. Cette inclinaison est par exemple déterminée selon un compromis entre la taille du moteur et l'optimisation du bruit qu'il génère. Pour minimiser le bruit, il est préférable

d'augmenter la hauteur en haut de pale, ce qui se traduit par une plus forte inclinaison de la pale.

- [0072] La figure 3b montre que chacune des aubes fixes 42 a un profil aérodynamique et comprend un intrados 46 (de forme incurvée concave) et un extrados 48 (de forme incurvée convexe). Par ailleurs, chacune des aubes fixes 42 présente une certaine courbure le long de sa corde. On désigne par C la zone de plus grande courbure d'une aube fixe 42. Cette zone est de préférence située en amont du bec 24a.
- [0073] Les aubes fixes 42 sont de préférence toutes identiques. Leurs bords d'attaque 42a sont de préférence traversés par un même plan transversal.
- [0074] Le nombre d'aubes fixes 42 est par exemple compris entre 10 et 200.
- [0075] Les aubes à calage variable 44 sont réparties autour de l'axe dans la veine secondaire interne 26 uniquement.
- [0076] Les aubes à calage variable 44 comportent chacune un bord d'attaque 44a situé en aval du bec 24a, et un bord de fuite 44b situé dans la veine secondaire interne 26.
- [0077] La figure 3b montre que chacune des aubes à calage variable 44 a un profil aérodynamique et comprend un intrados 46 (de forme incurvée concave) et un extrados 48 (de forme incurvée convexe). Par ailleurs, chacune des aubes à calage variable 44 présente une certaine courbure le long de sa corde.
- [0078] Dans ce mode de réalisation, le nombre d'aubes à calage variable 44 est égal au nombre d'aubes fixes 42 et les aubes à calage variable 44 sont situées directement en aval des aubes fixes 42 et dans le prolongement axial de celles-ci. Les bords d'attaque 44a des aubes à calage variable 44 sont séparés par des jeux axiaux J prédéterminés des bords de fuite 42b des aubes fixes 42. De préférence, ces jeux J sont inférieurs à 10mm et plus préférentiellement inférieurs ou égaux à 5mm. De préférence, ces jeux J sont inférieurs à 10% de la corde d'une aube 42 ou d'une aube 44, et plus préférentiellement inférieurs ou égaux à 5% de cette corde. Chacun de ces jeux J est de préférence constant sur toute l'étendue radiale des bords 42b, 44a concernés et donc de la veine interne 26. Naturellement, ces jeux J sont susceptibles de varier en fonctionnement en fonction des positions de calage des aubes 44 par rapport aux aubes 42.
- [0079] Les aubes à calage variable 44 sont de préférence toutes identiques. Leurs bords d'attaque 44a sont de préférence dans un même plan transversal ou traversés par un même plan transversal.
- [0080] Le nombre d'aubes à calage variable 44 est par exemple compris entre 10 et 200. Chacune des aubes à calage variable 44 est mobile en rotation autour d'un axe de calage Y qui a une orientation sensiblement radiale. La rotation de chacune des aubes à calage variable 44 est obtenue grâce à un système de commande 50 qui est ici situé dans le séparateur 24.
- [0081] La figure 3b montre à gauche une première position angulaire ou de calage des aubes

à calage variable 44 et à droite une seconde position angulaire ou de calage de ces aubes. Les aubes à calage variable 44 peuvent par exemple être déplacées sur des plages angulaires de l'ordre de 60° autour de leurs axes Y.

- [0082] Les figures 4a et 4b illustrent un deuxième mode de réalisation de l'invention qui diffère du précédent mode de réalisation essentiellement en ce que le nombre d'aubes à calage variable 44 est différent du nombre d'aubes fixes 42 et est ici supérieur au nombre d'aubes fixes 42. Dans cette variante, il y a deux fois plus d'aubes à calage variable 44 que d'aubes fixes 42. On comprend donc que le pas circonférentiel entre les aubes fixes 42 est deux fois plus grand que le pas circonférentiel entre les aubes à calage variable 44.
- [0083] En variante, le nombre d'aubes fixes 42 est égal à un multiple du nombre d'aubes à calage variable 44, qui est différent de 2 et qui est par exemple de 3, 4, etc.
- [0084] Une moitié des aubes à calage variable 44 s'étend en aval et dans le prolongement axial des aubes fixes 42, comme c'est le cas dans le mode de réalisation des figures 3a et 3b. L'autre moitié des aubes à calage variable 44 est intercalée entre les aubes fixes 42 et ne s'étendent donc pas dans le prolongement d'aubes fixes 42.
- [0085] Les aubes à calage variable 44 sont de préférence toutes identiques. Leurs bords d'attaque 44a sont de préférence situés dans un même plan transversal ou traversés par un même plan transversal, comme c'est le cas des aubes fixes 42.
- [0086] Les figures 5a et 5b illustrent un troisième mode de réalisation de l'invention qui diffère du premier mode de réalisation essentiellement par le positionnement des aubes à calage variable 44 par rapport aux aubes fixes 42.
- [0087] Les aubes à calage variable 44 sont intercalées axialement entre les aubes fixes 42 et sont disposées entre ces aubes 42. Les aubes à calage variable 44 ne sont pas situées dans le prolongement axial des aubes fixes 42 mais sont au contraire décalées angulairement d'un demi-pas par rapport à l'axe de la turbomachine et sont donc chacune situées à mi-distance de deux aubes fixes 42. Les bords d'attaque 44a des aubes à calage variable 44 sont situés en amont des bords de fuite 42b des aubes fixes 42. Les bords de fuite 44b des aubes à calage variable 44 sont situés en aval des bords de fuite 42b des aubes fixes.
- [0088] La distance d'imbrication des aubes à calage variable 44 entre les aubes fixes 42 est notée W et peut être estimée en pourcentage de corde d'une des aubes 42 ou d'une des aubes 44. De préférence, cette distance W est supérieure à 10% de la corde d'une aube 42 ou d'une aube 44, et plus préférentiellement supérieure ou égale à 20% de cette corde.
- [0089] La [Fig.6] illustre un quatrième mode de réalisation de l'invention qui diffère du premier mode de réalisation essentiellement en ce que le système de commande 50 est ici située radialement à l'extérieur de la paroi externe 14. Ceci est avantageux car cela

permet de localiser ce système dans un environnement relativement froid par rapport aux températures élevées qui peuvent régner dans le générateur de gaz. Par ailleurs, cet environnement est peu contraint et contient des espaces libres pour accueillir ce type de système.

- [0090] Ce système 50 est relié aux aubes à calage variable 44 et traversent pour cela les aubes fixes 42. Ces aubes 42 peuvent ainsi être rallongées en direction axiale et comprendre un passage interne s'étendant en direction radiale à travers la veine externe 28 pour autoriser le montage du système 50 et sa liaison aux aubes à calage variable 44. On comprend donc que les bords de fuite 42c des aubes fixes 42 peuvent être situés en aval des bords de fuite 42b de ces aubes.
- [0091] La [Fig.7] illustre un cinquième mode de réalisation de l'invention qui diffère du premier mode de réalisation par la position des aubes à calage variable 44.
- [0092] Les aubes à calage variable 44 sont réparties autour de l'axe dans la veine secondaire externe 28 uniquement.
- [0093] Les aubes à calage variable 44 comportent chacune un bord d'attaque 44a situé en aval du bec 24a, et un bord de fuite 44b situé dans la veine secondaire externe 28.
- [0094] Chacune des aubes à calage variable 44 a un profil aérodynamique et comprend un intrados et un extrados. Par ailleurs, chacune des aubes à calage variable 44 présente une certaine courbure le long de sa corde.
- [0095] Le nombre d'aubes à calage variable 44 peut être égal au nombre d'aubes fixes 42 ou supérieur à ce nombre, comme évoqué dans ce qui précède en relation avec les figures 3a à 4b.
- [0096] Les aubes à calage variable 44 sont situées directement en aval des aubes fixes 42 et dans le prolongement axial de celles-ci. Les bords d'attaque 44a des aubes à calage variable 44 sont séparés par des jeux axiaux J prédéterminés des bords de fuite 42c des aubes fixes 42. De préférence, ces jeux J sont inférieurs à 10mm et plus préférentiellement inférieurs ou égaux à 5mm. De préférence, ces jeux J sont inférieurs à 10% de la corde d'une aube 42 ou d'une aube 44, et plus préférentiellement inférieurs ou égaux à 5% de cette corde. Chacun de ces jeux J est de préférence constant sur toute l'étendue radiale des bords 42c, 44a concernés et donc de la veine externe 28. Naturellement, ces jeux J sont susceptibles de varier en fonctionnement en fonction des positions de calage des aubes 44 par rapport aux aubes 42.
- [0097] Les aubes à calage variable 44 sont de préférence toutes identiques. Leurs bords d'attaque 44a sont de préférence situés dans un même plan transversal ou traversés par un même plan transversal.
- [0098] Le nombre d'aubes à calage variable 44 est par exemple compris entre 10 et 200.
- [0099] Chacune des aubes à calage variable 44 est mobile en rotation autour d'un axe de calage Y qui a une orientation sensiblement radiale. La rotation de chacune des aubes à

calage variable 44 est obtenue grâce à un système de commande 50 qui est ici situé radialement à l'extérieur de la paroi externe 14.

- [0100] La [Fig.8] illustre un sixième mode de réalisation de l'invention qui diffère du premier mode de réalisation par le fait que des aubes à calage variable 44 sont en outre réparties autour de l'axe dans la veine secondaire externe 28. Les aubes à calage variable 44 de la veine interne 26 peuvent être similaires à celles décrites dans ce qui précède en relation avec les figures 3a et 3b, ou 4a et 4b, et les aubes à calage variable 44 de la veine externe 28 peuvent être similaires à celles décrites dans ce qui précède en relation avec les figures 7a et 7b.
- [0101] Le calage angulaire des aubes à calage variable 44 situées dans les deux veines est ici commandé par des systèmes 50 indépendants. Un premier système de commande 50 est situé dans le séparateur 24 et commande le calage des aubes à calage variable 44 dans la veine interne 26, et un second système de commande 50 est situé radialement à l'extérieur de la paroi 14 et commande le calage des aubes à calage variable 44 dans la veine externe 28.
- [0102] Dans le septième mode de réalisation de la [Fig.9], un système de commande 50 unique est utilisé pour contrôler le calage angulaire des aubes à calage variable 44 situées dans les deux veines 26, 28. Ce système de commande 50 est situé radialement à l'extérieur de la paroi 14.
- [0103] La [Fig.10] illustre un huitième mode de réalisation de l'invention qui diffère du premier mode de réalisation essentiellement par le fait que les aubes fixes 42 ne sont pas toutes identiques. Les aubes fixes 42 sont au moins de deux types qui diffèrent l'un de l'autre par leurs dimensions et/ou leurs géométries et/ou leurs cambrures, etc. Les différents types des aubes fixes 42 sont régulièrement répartis autour de l'axe de façon à obtenir une répartition cyclique de ces aubes 42 autour de l'axe.
- [0104] Dans le neuvième mode de réalisation de l'invention illustré à la [Fig.11], des bras structuraux 32 sont situés dans la veine externe 14 en aval des bords de fuite 42c des aubes fixes 42. Le nombre de bras 32 est inférieur au nombre d'aubes fixes 42 et les bras 32 peuvent s'étendre dans le prolongement axial de certaines des aubes fixes 42. Les bras 32 peuvent être tous identiques.
- [0105] Dans le dixième mode de réalisation de l'invention illustré à la [Fig.12], les bras structuraux 32 sont rapprochés axialement vers l'amont et sont reliés à certaines aubes fixes 42. Les bras 32 sont donc intégrés aux aubes fixes 42. Les aubes fixes 42 qui ne sont pas reliées à des bras 32 ont leurs bords de fuite 42c qui sont situés en amont des bords de fuite 32a des bras.
- [0106] Les bras 32 sont tous identiques dans la [Fig.10] et sont différents et ont une répartition cyclique dans le onzième mode de réalisation de la [Fig.11]. Dans les modes de réalisation des figures 11 à 13, certains bras 32 peuvent être pleins par exemple et

d'autres peuvent être tubulaires pour le passage de servitudes depuis la paroi externe 14 jusqu'au séparateur 24.

[0107] De manière générale, la présente invention s'applique à toute turbomachine dans laquelle un flux principal est séparé en deux flux secondaires en aval d'un aubage de rotor caréné.

Revendications

[Revendication 1]

Turbomachine (10) d'aéronef, comportant un générateur de gaz comprenant le long d'un axe longitudinal au moins un compresseur, une chambre de combustion et au moins une turbine, la turbomachine comportant en outre :

- deux parois annulaires coaxiales, respectivement interne (12) et externe (14), s'étendant l'une autour de l'autre et définissant entre elles une veine annulaire principale (16) d'écoulement d'un flux d'air principal (18),
- un aubage de rotor (30) s'étendant radialement à travers ladite veine principale (16),
- un séparateur annulaire (24) disposé en aval de l'aubage de rotor (30) et entre les deux parois (12, 14), le séparateur (24) définissant respectivement avec les parois interne et externe (12, 14) deux veines annulaires secondaires, respectivement interne (26) et externe (28), d'écoulement de flux d'air secondaires, respectivement interne (20) et externe (22), le séparateur (24) comportant à une extrémité amont un bec annulaire (24a) configuré pour séparer en deux le flux d'air principal (18) et former les flux d'air secondaires (20, 22),
- des éléments de stator s'étendant radialement d'une part à travers ladite veine principale (16) et d'autre part à travers lesdites veines secondaires (26, 28), ces éléments de stator étant reliés audit bec annulaire (24a), caractérisée en ce que lesdits éléments de stator comprennent :
 - des aubes de redresseur fixes (42) qui sont réparties autour dudit axe et qui comportent chacune un bord d'attaque (42a) situé en amont dudit bec (24a), et des bords de fuite, respectivement interne (42b) et externe (42c), situés respectivement dans les veines secondaires interne (26) et externe (28), ces aubes de redresseur fixes (42) étant reliées audit bec (24a), et
 - des aubes de redresseur à calage variable (44) qui sont réparties autour dudit axe et qui s'étendent radialement à travers au moins une desdites veines secondaires (26, 28), chacune des aubes de redresseur à calage variable (44) comportant un bord d'attaque (44a) et un bord de fuite (44b),
- et en ce que :
 - les bords d'attaque (44a) des aubes de redresseur à calage variable (44)

sont situés en amont des bords de fuite interne (42b) et/ou externe (42c) des aubes de redresseur fixes (42), ou
 - les bords d'attaque (44a) des aubes de redresseur à calage variable (44) sont situés directement en aval des bords de fuite interne (42b) et/ou externe (42c) des aubes de redresseur fixes (42), et sont séparés par des jeux axiaux (J) prédéterminés de ces bords de fuite (42b, 42c), qui sont inférieurs à 10% de la corde de l'une des aubes fixes ou à calage variable.

[Revendication 2] Turbomachine (10) selon la revendication 1, dans laquelle le nombre desdites aubes de redresseur à calage variable (44) est supérieur ou égal au nombre desdites aubes de redresseur fixes (42).

[Revendication 3] Turbomachine (10) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle lesdites aubes de redresseur à calage variable (44) sont situées dans ladite veine secondaire interne (26).

[Revendication 4] Turbomachine (10) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les bords de fuite (44b) desdites aubes de redresseur à calage variable (44) sont situés en aval des bords de fuite externes (42c) des aubes de redresseurs fixes (42).

[Revendication 5] Turbomachine (10) selon la revendication 4, dans laquelle elle comprend en outre un système (50) de commande du calage angulaire des aubes de redresseur à calage variable (42), ce système étant monté radialement à l'extérieur de ladite paroi externe (14).

[Revendication 6] Turbomachine (10) selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle lesdites aubes de redresseur à calage variable (44) sont situées dans ladite veine secondaire externe (28).

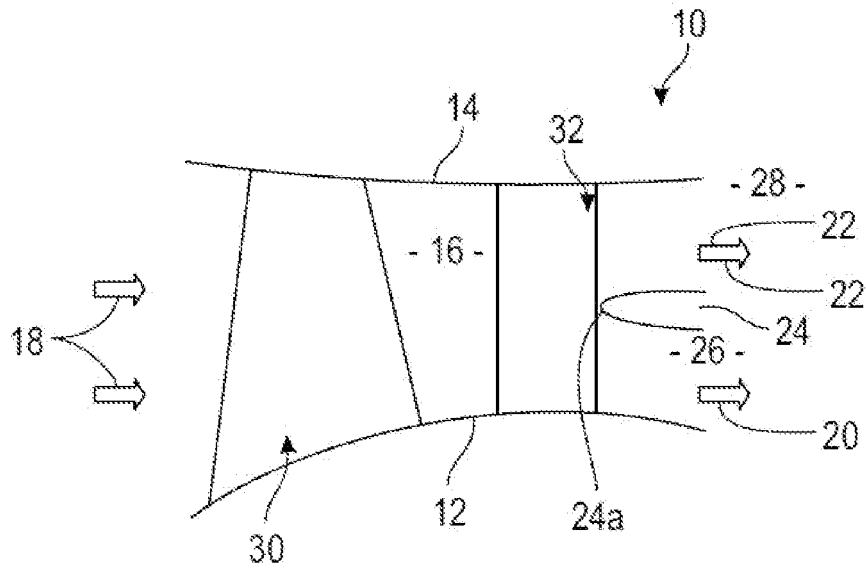
[Revendication 7] Turbomachine (10) selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle des premières aubes de redresseur à calage variable (44) sont situées dans ladite veine secondaire interne (26), et des secondes aubes de redresseur à calage variable (44) sont situées dans ladite veine secondaire externe (28).

[Revendication 8] Turbomachine (10) selon la revendication 7, dans laquelle elle comprend en outre un système (50) commun de commande du calage angulaire des premières et secondes aubes de redresseur à calage variable (44), ou des systèmes (50) indépendants de commande du calage angulaire respectivement des premières et secondes aubes de redresseur à calage variable (44).

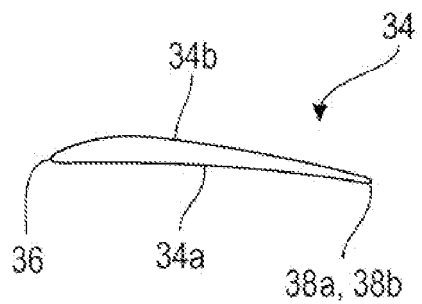
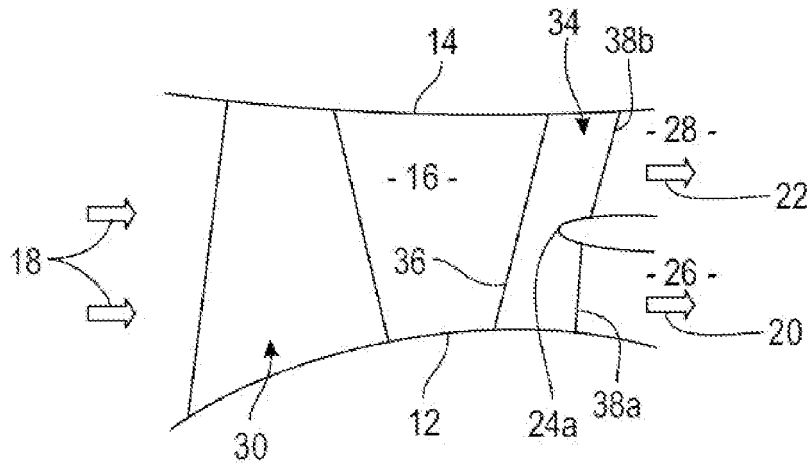
[Revendication 9] Turbomachine (10) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle elle comprend en outre des bras structuraux (32) répartis autour

- dudit axe dans ladite veine secondaire externe (28).
- [Revendication 10] Turbomachine (10) selon la revendication 9, dans laquelle le nombre de bras structuraux (32) est inférieur au nombre d'aubes de redresseur fixes (42).
- [Revendication 11] Turbomachine (10) selon la revendication 9 ou 10, dans laquelle les bras structuraux (32) sont reliés à certaines desdites aubes de redresseur fixes (42).
- [Revendication 12] Turbomachine (10) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'aubage de rotor (30) est une soufflante ou un aubage de rotor de compresseur.
- [Revendication 13] Turbomachine (10) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les bords d'attaque (44a) des aubes de redresseur à calage variable (44) sont situés à une distance (W) des bords de fuite interne (42b) et/ou externe (42c) des aubes de redresseur fixes (42), qui est supérieure à 10% de la corde d'une de ces aubes (42, 44), et plus préférentiellement supérieure ou égale à 20% de cette corde.

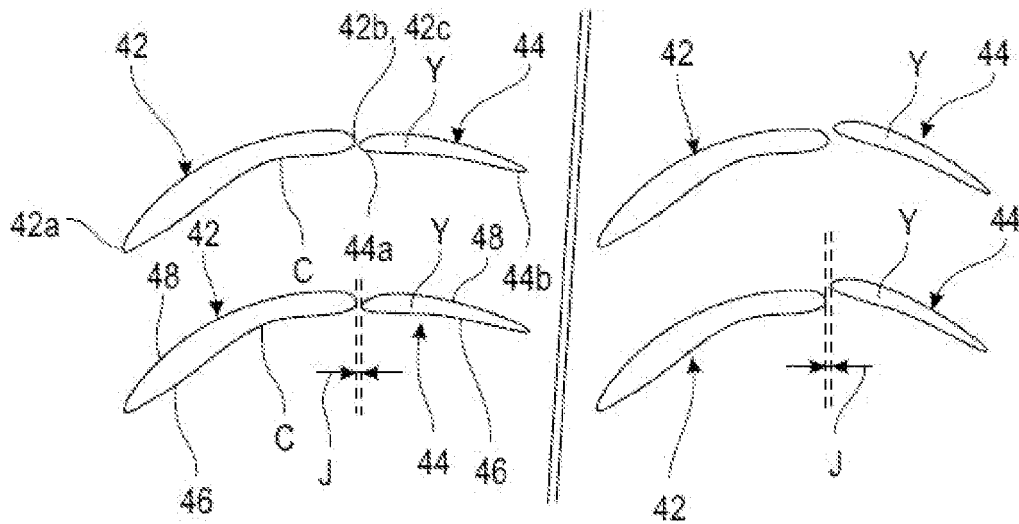
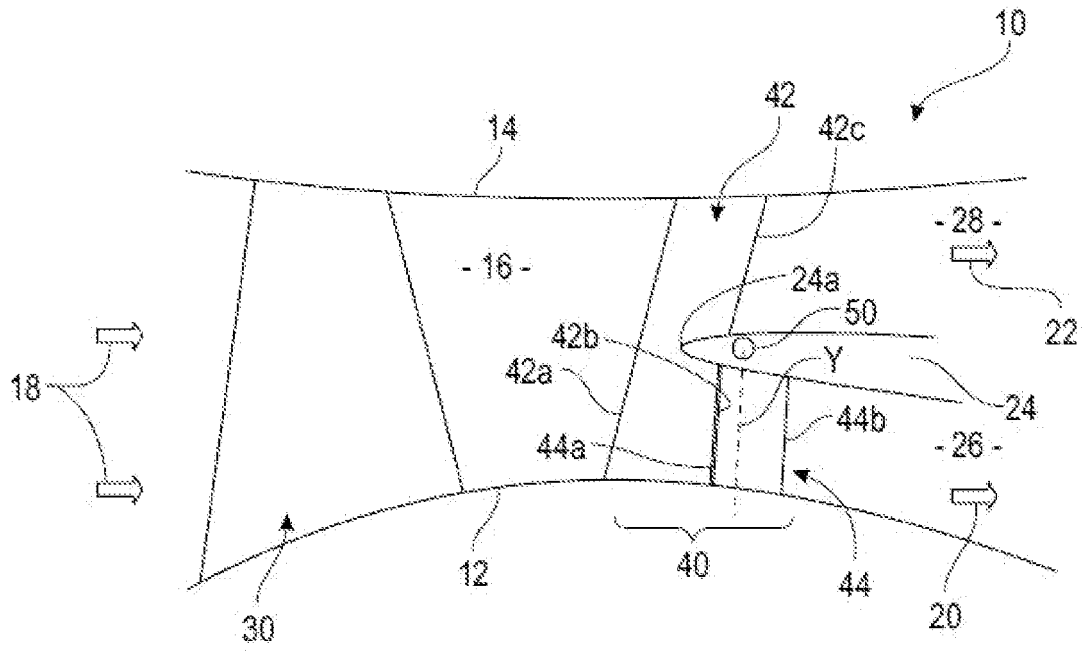
[Fig. 1a-1b]



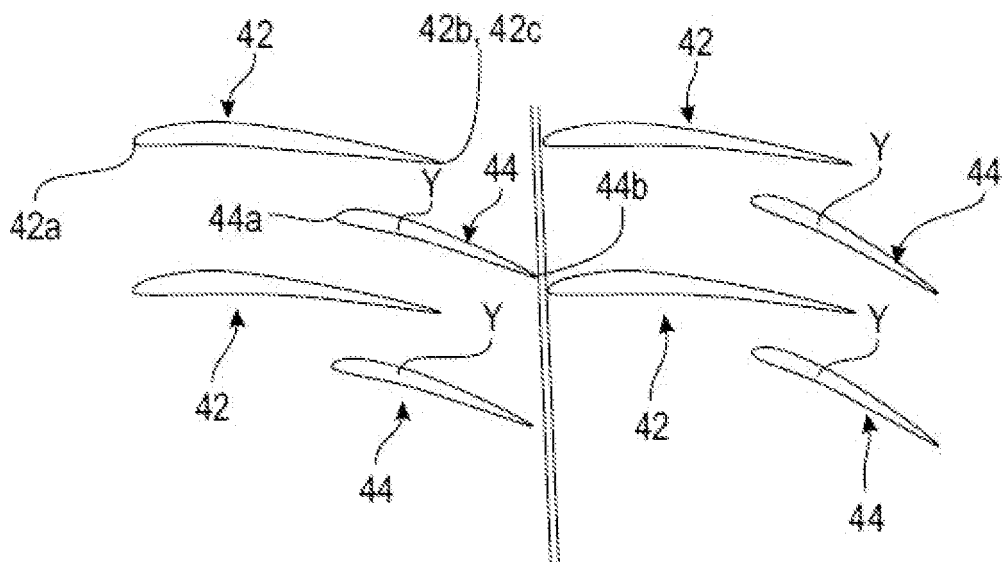
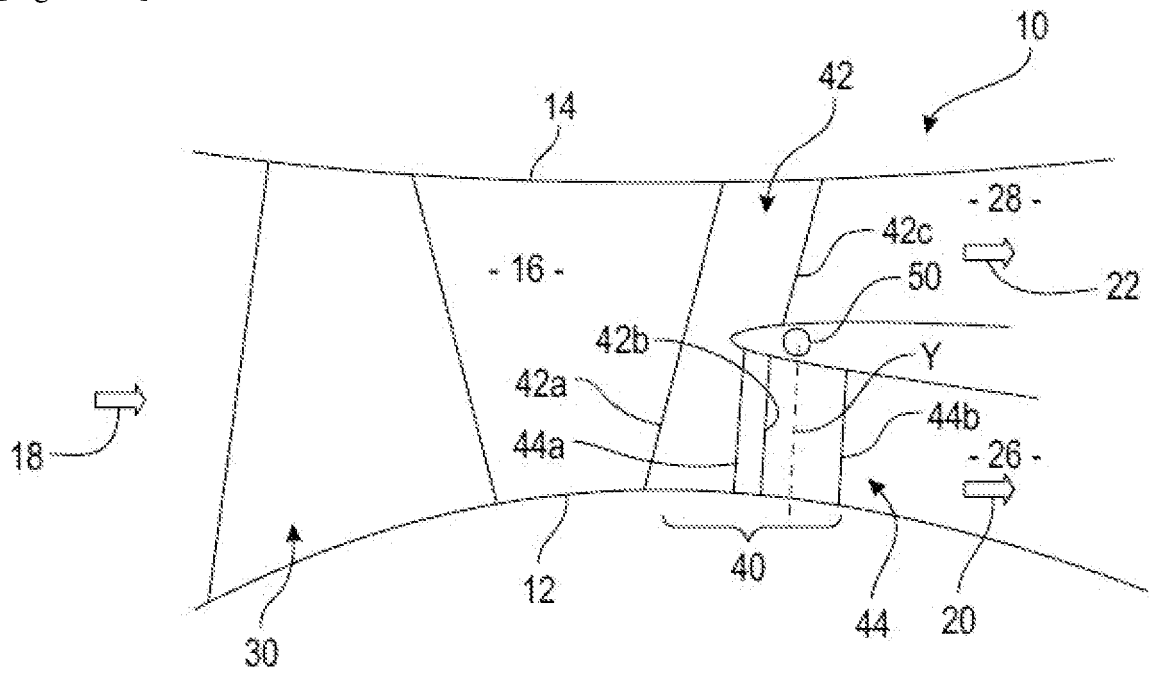
[Fig. 2a-2b]



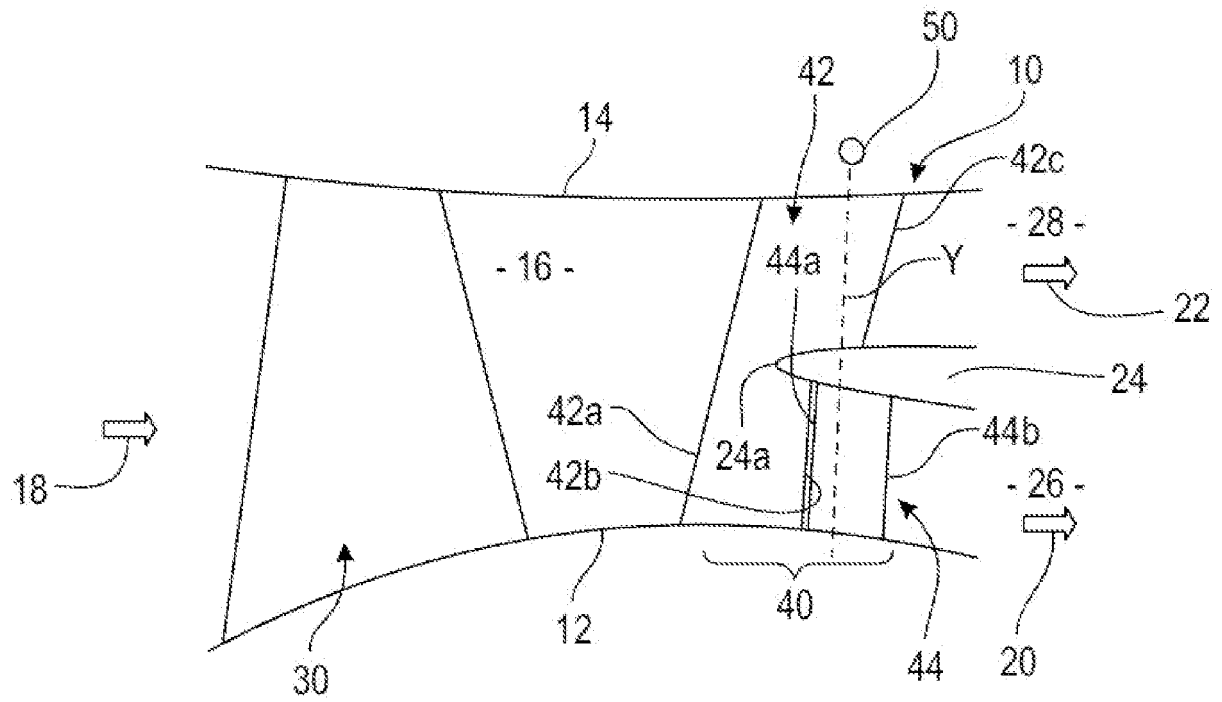
[Fig. 3a-3b]



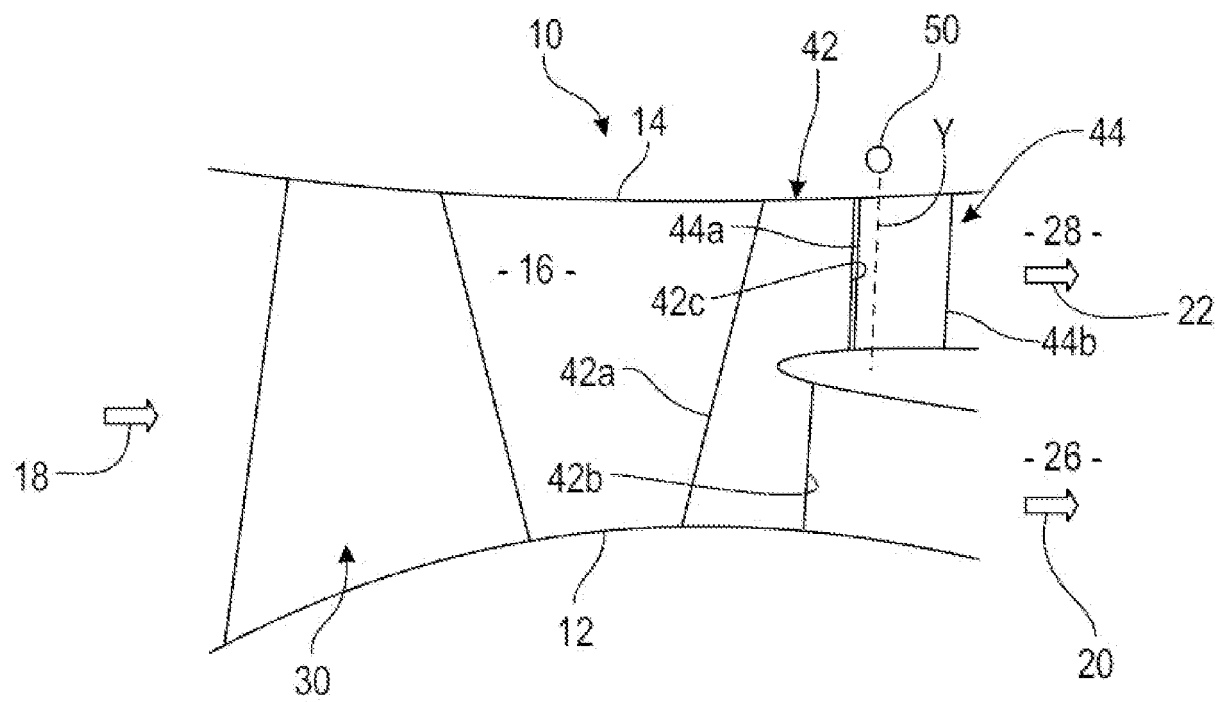
[Fig. 5a-5b]



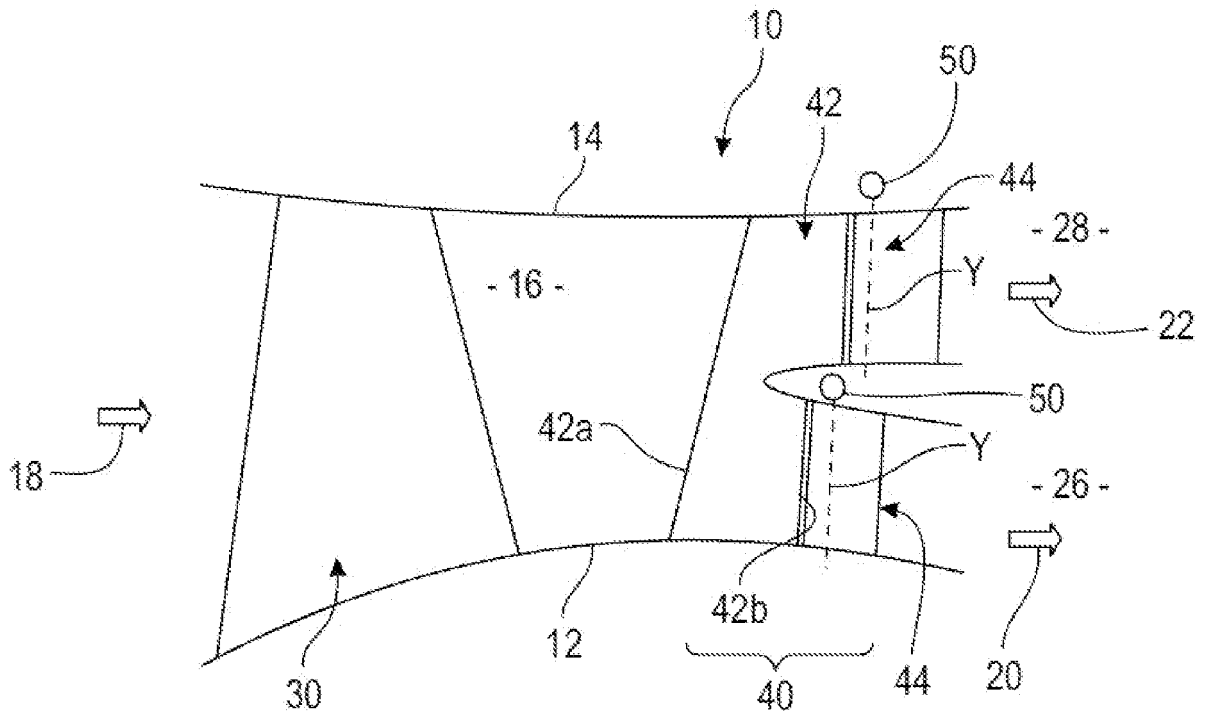
[Fig. 6]



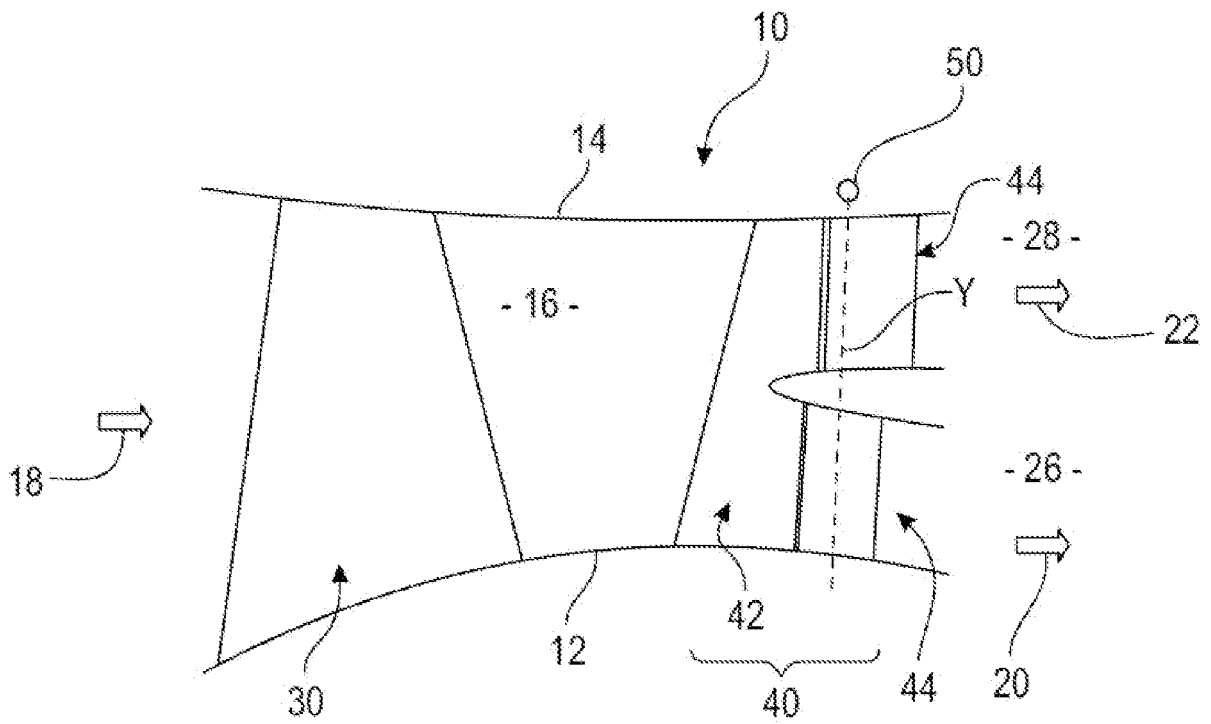
[Fig. 7]



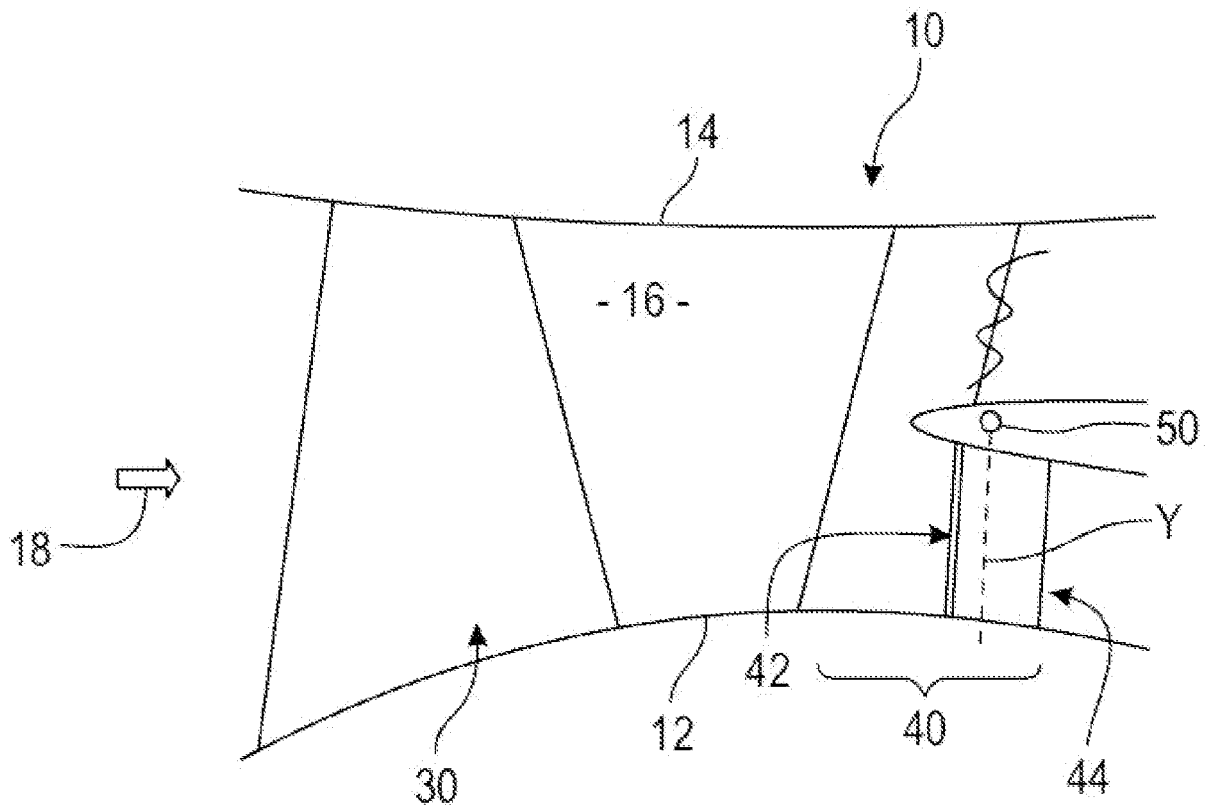
[Fig. 8]



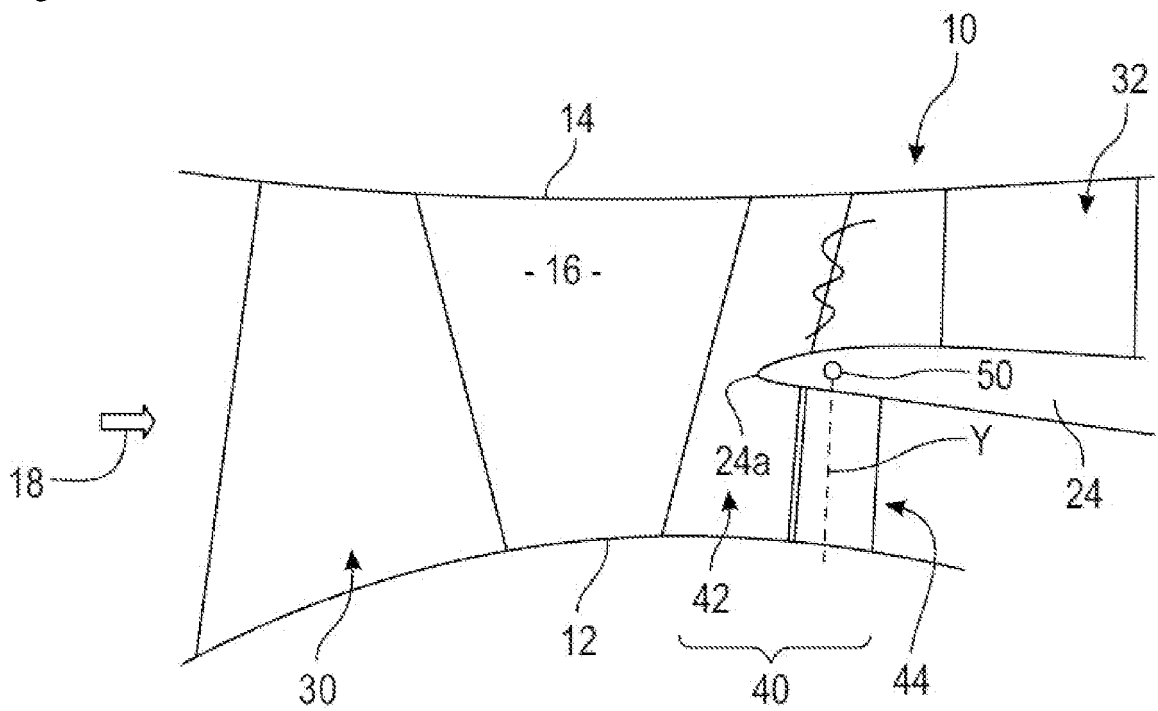
[Fig. 9]



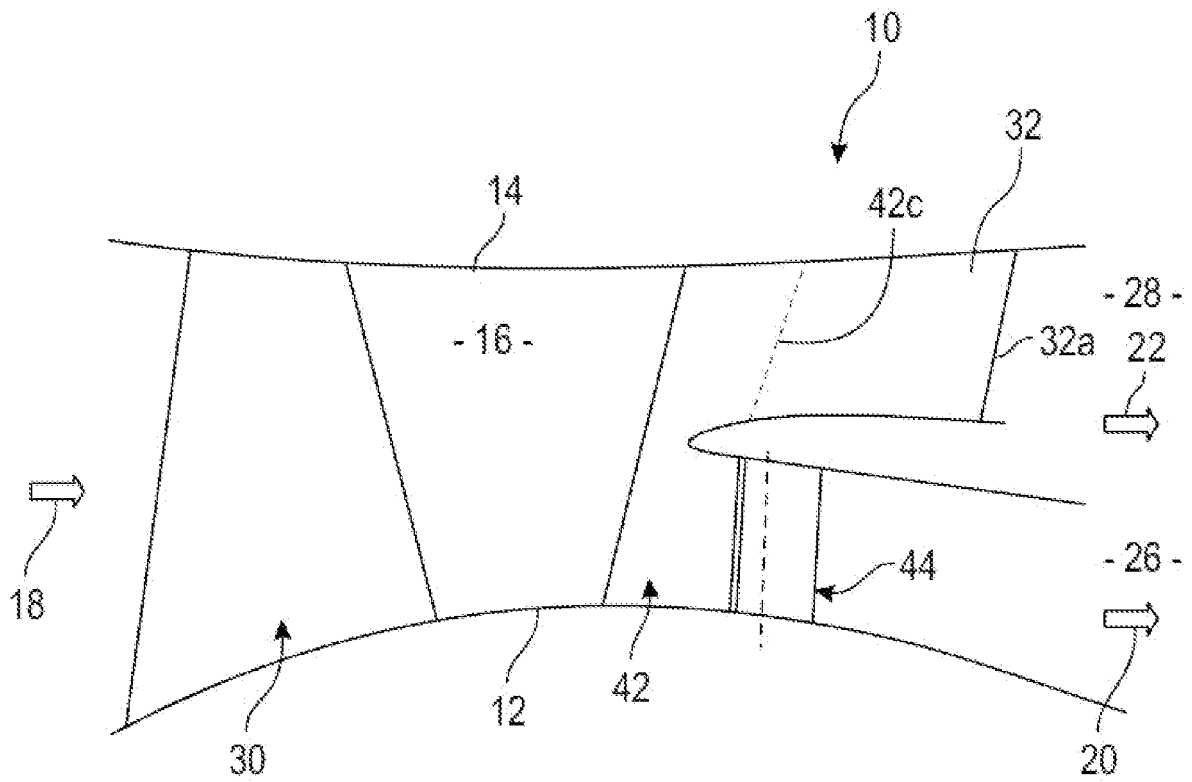
[Fig. 10]



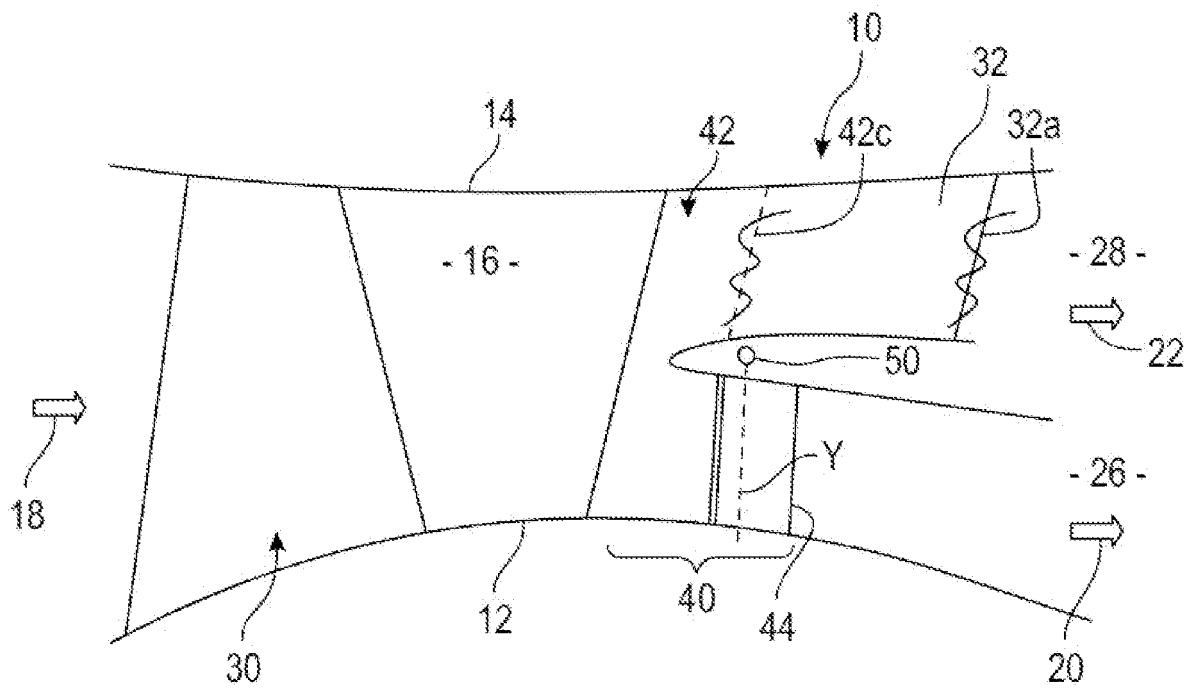
[Fig. 11]



[Fig. 12]



[Fig. 13]



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 3 841 091 A (SARGISSON D ET AL)
15 octobre 1974 (1974-10-15)

US 2016/201608 A1 (KUPRATIS DANIEL BERNARD
[US]) 14 juillet 2016 (2016-07-14)

US 2011/171007 A1 (JOHNSON JAMES EDWARD
[US] ET AL) 14 juillet 2011 (2011-07-14)

US 2019/078536 A1 (IWREY BENJAMIN M [US])
14 mars 2019 (2019-03-14)

**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