

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 137 940**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②1 N° d'enregistrement national : **22 07280**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 01 D 17/12 (2022.01), F 01 D 9/04**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 15.07.22.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.01.24 Bulletin 24/03.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN Société anonyme — FR.*

⑦② Inventeur(s) : MARTIN Simon, Pierre, Michel, PEREZ Gabriel et RIERA William, Henri, Joseph.

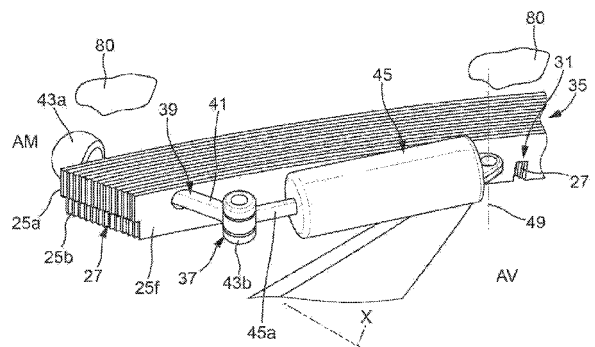
⑦③ Titulaire(s) : SAFRAN Société anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : Ernest GUTMANN - Yves PLASSE-RAUD SAS.

⑤④ Traitement de carter à calage variable par multidisques co-axiaux.

⑤⑦ L'invention concerne un compresseur axial de turbomachine aéronautique comprenant au moins une roue de rotor adaptée à tourner autour d'un axe de rotation (X) et un carter situé autour de la roue de rotor. Le carter est pourvu intérieurement, de disques (25) en contact avec le fluide, disposés individuellement perpendiculairement à l'axe de rotation et montés rotatifs les uns par rapport aux autres, autour de l'axe de rotation. Via des moyens (37) d'actionnement, des fentes (31) dans les disques peuvent être orientées axialement ou obliquement par rapport à l'axe de rotation (X).

Figure à publier avec l'abrégié : [Fig. 14]



FR 3 137 940 - A1



Description

Titre de l'invention : Traitement de carter à calage variable par multidisques co-axiaux

Domaine technique de l'invention

- [0001] L'invention concerne un traitement de carter d'une turbomachine aéronautique visant à contrôler l'écoulement fluide (gazeux) en tête d'aubes d'une roue mobile, ou roue de rotor. Plus particulièrement l'invention a trait à un carter de compresseur de cette turbomachine et à un compresseur de la turbomachine.
- [0002] En d'autres termes, l'invention se rapporte au contrôle passif de l'écoulement gazeux précité via la technologie des « traitements de carter », appelés aussi traitements de paroi d'extrémité, en anglais « end-wall treatments ».
- [0003] Le fluide gazeux s'écoulant globalement d'amont vers l'aval dans une turbomachine aéronautique, les « traitements de carter » (sous-entendu carter de stator) consistent en des modifications locales dans la forme de l'enveloppe externe de la veine aérodynamique, limitée par le carter, autour des roues de rotor, et donc autour de l'axe de rotation de la(chaque) roue de rotor.
- [0004] Dans le présent texte, « axial » a pour sens suivant, ou parallèlement, à l'axe (X ci-après) de rotation ou de révolution d'un élément de rotor de la turbomachine, donc de la roue de rotor précitée, et « radial » a pour sens radialement (perpendiculairement) à cet axe de rotation qui est également l'axe du(des) compresseur(s) et de la(des) turbine(s). « Rotation axiale » désigne une rotation autour dudit axe.

Etat de la technique antérieure

- [0005] Lors du fonctionnement d'une turbomachine aéronautique, typiquement un compresseur comprenant au moins une roue de rotor munie d'aubes et tournant dans un carter formant l'enveloppe extérieure de la veine fluide à déplacer et à comprimer, une grande fluctuation du débit de fluide dans le compresseur peut survenir, appelé pompage du compresseur.
- [0006] Il est connu qu'utiliser des traitements de carter de type « fentes axiales » permet de modifier localement l'écoulement gazeux dans la veine fluide et ainsi d'influencer l'apparition des mécanismes responsables du départ en pompage du compresseur. Un traitement de carter efficace peut augmenter la plage d'utilisation performante du compresseur, en retardant l'apparition de ces mécanismes, en particulier en diminuant le blocage aérodynamique en tête de roue de rotor.
- [0007] Les traitements de carter de type « fentes axiales » comprennent typiquement une série de fentes disposées le long de la circonférence radialement intérieure du carter (dans la direction azimutale) et, radialement, autour d'une roue de rotor de com-

presseur.

[0008] Ces traitements sont non axisymétriques par rapport à l'axe de rotation du compresseur. Ils sont donc dénommés fréquemment Traitement de Carter Non Axisymétrique (ou TCNA).

[0009] Ainsi, dans le présent document, une surface intérieure locale, définie par les parties structurelles qui délimitent ces fentes (donc par les disques dont il va être question ci-après), sera non-axisymétrique, dès lors qu'une coupe selon un plan perpendiculaire à l'axe de rotation ne sera pas circulaire. Plus précisément, une telle surface sera localement non-axisymétrique puisque, le long de la circonférence radialement intérieure précitée (de chaque disque), le rayon de ladite surface au niveau de la zone considérée variera en fonction de l'angle que forme ce rayon avec un axe vertical perpendiculaire à l'axe X de révolution.

[0010] L'efficacité d'un traitement de carter de type « fentes axiales » dépend de l'adéquation entre l'orientation des fentes et la forme de l'écoulement à l'approche de la zone de pompage. Suivant le régime de rotation du compresseur, la forme de l'écoulement évolue (classiquement subsonique à régime partiel et supersonique à haut régime) et donc l'orientation optimale des fentes n'est pas la même. Également, l'orientation optimale de la partie « amont » des fentes n'est pas forcément la même que l'orientation optimale de la partie « aval » des fentes. Des formes simple (fentes droites) ne sont donc pas toujours la meilleure solution pour plusieurs points de fonctionnements. Un TCNA avec des fentes « courbées », dite aussi TCNA « à arc », a aussi été proposé où les parties « amont » des fentes n'ont pas le même calage que les parties « aval » des fentes.

[0011] Les calages respectifs de la partie amont et de la partie aval d'une même fente peuvent être adaptés par rapport à l'écoulement de la tête d'aube selon le(un) régime de fonctionnement de la turbomachine. L'orientation relative de l'écoulement par rapport à l'aube en rotation axiale est en effet différente selon le régime. Les angles amont/aval sont toutefois choisis habituellement par rapport à l'écoulement sur un point de fonctionnement. Idéalement, il faudrait pouvoir adapter ces angles de fentes selon chaque régime de fonctionnement. Cependant, les contraintes d'intégration des fentes dans le carter et le pilotage de l'orientation restent des difficultés majeures.

Présentation de la divulgation

[0012] La divulgation ci-après vise à surmonter de telles difficultés majeures et, à cette fin, s'applique à un compresseur axial d'une turbomachine aéronautique comprenant :

- au moins une roue de rotor adaptée à tourner autour d'un axe de rotation du compresseur, dans une veine où un fluide peut s'écouler, et
- un carter situé autour de la roue de rotor.

[0013] Plus précisément, la présente divulgation propose que ce compresseur axial

comprenne un TCNA et soit ainsi tel:

- que le carter est pourvu intérieurement, autour de la roue de rotor, d'une pluralité de disques avec lesquels le fluide peut venir en contact et qui :

- sont coaxiaux à l'axe de rotation,

- sont disposés individuellement perpendiculairement à l'axe de rotation,

- sont disposés les uns à la suite des autres suivant l'axe de rotation,

- sont montés rotatifs les uns par rapport aux autres et par rapport au carter, autour de l'axe de rotation,

chaque disque de la pluralité de disques définissant une circonférence interne, autour de l'axe de rotation, et présentant une pluralité d'encoches réparties sur la circonférence, et

- que le compresseur comprend en outre des moyens d'actionnement des disques,

adaptés à entraîner ensemble lesdits (c'est-à-dire certains au moins des) disques autour de l'axe de rotation, la rotation induite d'au moins un disque par rapport aux autres disques de la pluralité de disques permettant de modifier la forme de fentes individuellement créées par une série d'encoches de la pluralité d'encoches situées les unes à la suite des autres le long de l'axe de rotation, de telle sorte que chaque fente peut se présenter comme :

- une fente axiale, ou

- une fente orientée obliquement par rapport à l'axe de rotation, dans un plan (P1 ci-après) passant par la fente et parallèle à l'axe de rotation.

[0014] Ainsi, on va disposer d'un traitement de carter TCNA à fentes à calage variable, ce calage étant obtenu par une solution à multidisques co-axiaux.

[0015] Via de tels disques rapportés sur le carter, structurellement indépendants du carter, à leurs encoches, à leur capacité de mouvements relatifs autour de l'axe de rotation, et aux moyens d'actionnement des disques, on dispose :

- d'une solution simple d'intégration fonctionnelle des fentes « dans » le carter,

- d'un carter conservant son intégrité,

- d'une solution modulaire offrant une large possibilité d'adaptation quant à la forme que l'on souhaite voir atteinte par les fentes, et

- d'une solution au pilotage de l'orientation de ces fentes qui peuvent donc être axiales ou obliques.

[0016] Concernant ce pilotage de l'orientation des fentes, il est proposé :

- que les disques de la pluralité de disques étant organisés successivement, le long de l'axe de rotation, depuis un premier disque jusqu'à un dernier disque,

- que les disques et les moyens d'actionnement des disques soient adaptés à entraîner suivant ladite orientation oblique, tous en commun, lesdits disques autour de l'axe de rotation, selon un angle par rapport à une parallèle à l'axe de rotation qui est d'autant

plus important que l'on considère lesdits disques, du premier au dernier.

[0017] Ainsi, on pourra assurer à chaque fente une courbure variable, progressive, dans un sens ou dans l'autre, en fonction du sens de rotation des aubes du compresseur.

[0018] La turbomachine aéronautique à considérer pourra être carénée. Mais elle pourrait aussi être non-carénée ; autrement de type open-rotor : Que le moteur soit caréné ou non ne change rien à l'aérodynamique du compresseur axial précité.

[0019] Un synonyme à l'expression précitée « disques » ou « pluralité de disques » est « anneaux » ou « pluralité d'anneaux ». L'orientation possiblement oblique de la fente est à comprendre comme incluant toute forme, courbée ou non, de cette fente.

[0020] Pour assurer une manœuvre fonctionnelle et pratique à mettre en œuvre, il est proposé que les moyens d'actionnement des disques comprennent une bielle présentant :

- une tige traversant lesdits disques et ayant une première extrémité et une deuxième extrémité, et

- une première articulation et une deuxième articulation, respectivement à la première extrémité et à la deuxième extrémité de la tige, la première articulation étant en liaison pivot avec le carter, la deuxième articulation étant liée à une tige de piston adaptée pour coulisser dans un cylindre de piston en liaison pivot avec le carter.

[0021] Ainsi :

- on assurera en pleine sécurité et de façon fiable la commande groupée souhaitée des disques,

- hormis à l'endroit de la première articulation, aucune interférence avec le carter n'existera,

- le carter conservera son intégrité.

[0022] Pour favoriser une facilité de maintenance, un remplacement de tout ou partie des disques, voire une éventuelle évolution dans la forme que l'on souhaite voir atteinte par les fentes, il est proposé que les disques de la pluralité de disques soient en appui contre le carter, sans être fixés à lui, de sorte que les disques soient amovibles par rapport au carter.

[0023] On pourra en particulier prévoir un appui périphérique, via une surface radialement extérieure, des disques contre une surface radialement intérieure du carter entourant alors circonférentiellement les disques.

[0024] Pour des considérations comparables, notamment pour favoriser le montage, la maintenance, voir un possible remplacement / retrait des disques, il est aussi proposé :

- que le carter (qui entoure les disques) comprenne deux parties de carter réunies ensemble, et

- que les disques de la pluralité de disques soient disposés entre les deux parties de carter.

- [0025] En liaison avec une telle conception du carter en (au moins donc) deux parties, il est par ailleurs proposé, de préférence :
- soit que, circonférentiellement autour de l'axe de rotation, le carter comprenne deux secteurs de carter réunis ensemble, et que les disques de la pluralité de disques soient, autour de l'axe de rotation, entourées par une zone de chacun desdits deux secteurs de carter,
 - soit que le carter comprenne axialement deux parties de carter réunies ensemble, et que les disques de la pluralité de disques soient disposés axialement entre les deux parties de carter.
- [0026] De cette façon, on poursuivra dans la voie modulaire initiée avec les disques, avec le souci de facilité de montage/maintenance déjà exprimé.
- [0027] En toute hypothèse, entourer la pluralité de disques par une zone (de paroi) du carter contre laquelle un appui circonférentiel des disques pourra être réalisé permettra de combiner centrage et maintien des disques.
- [0028] A cette fin, le carter pourra présenter, en surface radialement intérieure, une rainure circonférentielle (en une ou plusieurs parties) dans laquelle les disques seront alors engagés, de préférence jusqu'en fond de rainure (radialement parlant).
- [0029] S'ils ne débordent pas de la rainure, radialement vers l'intérieur (donc vers l'axe de rotation), les disques ne nécessiteront pas de modifier les conditions d'étanchéité par ailleurs prévues dans leur environnement entre les (têtes des) aubes de rotor et le carter qui les entoure.
- [0030] Et si les encoches des disques sont formées en circonférence radialement intérieure de ces disques, les fentes résultantes seront alors situées dans la rainure, tout en étant ouvertes, de façon radialement intérieure, directement sur l'écoulement gazeux concerné, favorisant ainsi les conditions de (re)circulation recherchées. En effet, réinjecter, grâce aux fentes, du fluide gazeux de l'aval vers l'amont, jusqu'en amont du rotor concerné, permet de réenergiser l'écoulement avant le rotor, et ainsi mieux maîtriser le pompage.
- [0031] Une autre considération, compatible avec ce qui précède, a aussi été de favoriser la cohésion des disques, l'efficacité des fentes vis-à-vis de l'écoulement gazeux à obtenir, la persistance dans la recherche de solutions simples et fiables, avec des interférences limitées avec le carter.
- [0032] Il est ainsi proposé que le compresseur axial concerné comprenne en outre des moyens à effet ressort de sollicitation axiale des disques, qui sollicitent élastiquement les disques les uns en direction des autres, parallèlement à l'axe de rotation.
- [0033] De façon pratique, on pourra privilégier une version dans laquelle les moyens à effet ressort de sollicitation axiale des disques seront en appui entre le carter et la pluralité de disques et disposés pour solliciter les disques parallèlement à l'axe de rotation.

[0034] Est aussi concernée par présente divulgation une turbomachine aéronautique carénée comprenant le compresseur qui vient d'être présenté, dans tout ou partie de ses caractéristiques.

Brève description des figures

[0035] [Fig.1] est une demi-vue en coupe axiale d'une turbomachine aéronautique carénée sur laquelle l'invention peut s'appliquer,

[0036] [Fig.2] est une vue du détail II de la [Fig.1],

[0037] [Fig.3] est une vue en perspective d'une roue de rotor de compresseur de la turbomachine précédente entourée de sa partie de carter équipée d'un TCNA à fentes axiales, selon un premier mode réalisation de l'invention ;

[0038] [Fig.4] est une vue en perspective d'un des disques du TCNA précité,

[0039] [Fig.5] correspond au détail V de la [Fig.4],

[0040] [Fig.6] schématise, localement, une tête d'aube de roue de rotor située en face d'une série de disques du TCNA, alors que les fentes sont orientées axialement,

[0041] [Fig.7] schématise, localement, une tête d'aube de roue de rotor située en face d'une série de disques du TCNA, alors que les fentes sont orientées obliquement,

[0042] [Fig.8] correspond au détail VIII de la [Fig.7],

[0043] [Fig.9] est une vue axiale des deux premiers disques du TCNA, selon la flèche IX de la [Fig.8], alors que les fentes sont donc orientées obliquement,

[0044] [Fig.10],

[0045] [Fig.11], et

[0046] [Fig.12] illustrent sous différents angles le TCNA proposé, selon une variante de réalisation du carter qui entoure les disques représentés par rapport à la solution illustrée [Fig.3],

[0047] [Fig.13] illustre justement, pour bien montrer la différence, la moitié, grossièrement hémicylindrique, de carter équipée du TCNA selon le premier mode réalisation de la [Fig.3],

[0048] [Fig.14], et

[0049] [Fig.15], illustrent sous deux angles différents une possible réalisation des moyens d'actionnement des disques du TCNA proposé, permettant d'entraîner ensemble lesdits disques autour de l'axe de rotation.

Description détaillée de la divulgation

[0050] Avant de cibler l'invention, présentons son environnement, qui est celui d'une turbomachine aéronautique carénée, laquelle peut être celle de la [Fig.1] qui illustre un exemple de turboréacteur à double flux et à compression axiale, connu.

[0051] Les termes amont (AM) et aval (AV) sont ici définis par rapport au sens de circulation du flux d'air ou de gaz F. Ainsi, le flux d'air ou de gaz F circulant au travers

de la turbomachine 1 est dirigé de l'amont vers l'aval, c'est-à-dire de gauche à droite à la [Fig.1].

[0052] La turbomachine 1 comporte classiquement, et sensiblement en extrémité amont, une soufflante 2 en aval de laquelle s'étend, le long de l'axe X :

- une veine primaire 90, annulaire, dans laquelle s'écoule un flux primaire F1, ladite veine primaire traversant notamment, dans le sens d'écoulement du flux primaire, un compresseur basse-pression 3, un compresseur haute-pression 4, une chambre de combustion 5, une turbine haute-pression 6 et une turbine basse-pression 7, la veine primaire étant délimitée extérieurement et le long de l'axe X par un ensemble de carters 8 fixes (stator); et

- une veine secondaire référencée 9, dans laquelle s'écoule un flux secondaire distinct du flux primaire, la veine secondaire 9 entourant annulairement la veine primaire 90.

[0053] La veine secondaire 9 est elle-même entourée par une nacelle 10 formant un carénage pour la turbomachine 1.

[0054] La [Fig.2] illustre, à l'endroit de la référence II de la [Fig.1] , notamment la zone d'entrée dans la veine primaire 90 de ladite partie F1 (air primaire) du flux d'air F.

[0055] La [Fig.2] schématise ainsi un compresseur qui, comme tout compresseur, comprend au moins un étage de compression, c'est-à-dire une partie formant un stator suivie d'une partie formant un rotor.

[0056] Le compresseur basse-pression 3 schématisé comporte trois étages de compression axiale E1, E2, E3 successifs, dans l'exemple. L'illustration aurait aussi pu schématiser un compresseur haute-pression, tel que le compresseur 4, dès lors que ce qui suit peut aussi s'y appliquer.

[0057] Chaque rotor, appelé aussi roue de rotor, comporte une rangée circonférentielle d'aubes 11 s'étendant annulairement autour de l'axe X et chacune radialement à lui. Les aubes 11 de rotor sont liées à un disque (appelé aussi moyeu) 15 de rotor par l'intermédiaire duquel elles tournent autour de l'axe X. Chaque aube 11 de rotor comporte une pale 12, formant la partie profilée s'étendant dans la veine primaire 90.

[0058] La partie formant le stator de chaque étage de compression comporte une rangée d'aubes 17 s'étendant annulairement autour de l'axe X et chacune radialement à lui.

[0059] Forment donc un étage de compression une rangée d'aubes 17 de stator et la rangée d'aubes 11 de rotor qui lui est adjacente, axialement, juste en aval.

[0060] Les aubes (typiquement appelées « vanes » en anglais) de chaque rangée d'aubes 17 de stator sont fixées, en extrémité radialement externe 19, à une virole externe fixe 20 appartenant à l'ensemble de carters 8 et, extrémité radialement interne 18, à une virole interne fixe 21. Les viroles externe 20 et interne 21 sont concentriques autour de l'axe X.

[0061] Les viroles externes 20 peuvent être définies par une série de carters 80 de

l'ensemble de carter 8.

[0062] Les aubes 11 de chaque rangée d'aubes de rotor présentent chacune une extrémité radialement interne 13 et une extrémité radialement externe libre 16, appelée tête.

Lesdites têtes 16 tournent en face de la zone concernée d'un carter 80.

[0063] Ainsi, le compresseur considéré comprend :

- au moins une roue de rotor 23 adaptée à tourner autour de l'axe de rotation X, ici dans la veine 90, et

[0064] - un carter 80 de l'ensemble de carter 8 situé autour de la roue de rotor.

[0065] A son extrémité radialement interne 13, chaque aube 11 de rotor :

- soit présente un pied 14 par lequel l'aube 11 est fixée à un disque de rotor, par engagement dans des fentes de ce disque réparties sur sa circonférence,

- soit est monobloc avec un disque, dans le cas d'un rotor connu sous la dénomination « DAM », disque aubagé monobloc, également appelé « Blisk » (Bladed Disc/disque aubagé) ou roue aubagée.

[0066] Ce qui précède n'exclut pas qu'il puisse en outre exister un système de calage variable des aubes autour de leurs axes radiaux d'allongement respectifs, tel en particulier qu'un système de calage variable des aubes 17 de redresseur (« vanes ») connu sous la dénomination « Variable Stator Vane (VSV) / aube de stator à calage variable ». Autrement dit, Indépendamment de la manière de lier les aubes 11 de rotor à leur disque 15/15' d'entraînement en rotation, les figures 3 et suivantes permettent de visualiser la solution au problème que la présente divulgation cherche à résoudre.

[0067] Ainsi est-il illustré à partir de la [Fig.3] :

- au moins une partie du carter 80, ou des pièces qui l'équipent, et face auquel doivent tourner les têtes 16 des aubes 11 de rotor, et

- un compresseur à traitement de carter TCNA de type « fentes axiales ».

[0068] Comme expliqué, la solution de l'invention va permettre d'adapter les angles de fente en fonction des régimes de fonctionnement de la turbomachine, et ainsi d'obtenir des calages entre les parties amont et aval des fentes adaptés à l'écoulement en tête 16 d'aube, selon le régime de fonctionnement de la turbomachine. Ainsi, ces angles amont/aval seront choisis par rapport à l'écoulement sur un point de fonctionnement de la turbomachine.

[0069] Pour cela, une solution de l'invention propose que, sur la partie compresseur de la turbomachine aéronautique considérée, tel donc qu'au niveau du compresseur 3 ou 4 de la turbomachine 1, le carter situé autour de la (chaque) roue de rotor, carter 80 dans l'exemple, soit pourvu intérieurement, autour de la roue de rotor, telle que la roue de rotor 23, d'une pluralité de disques, pouvant aussi être appelés anneaux, 25 avec lesquels le fluide, flux d'air primaire F1 en l'espèce, peut venir en contact.

[0070] Tous les disques, tels que 25a, 25b, de la pluralité de disques 25 :

- sont coaxiaux à l'axe de rotation X,
- sont disposés individuellement perpendiculairement à l'axe de rotation X,
- sont disposés -regroupés- les uns à la suite des autres suivant l'axe de rotation X, et
- sont montés rotatifs les uns par rapport aux autres et par rapport au carter, carter 80 dans l'exemple, autour de l'axe de rotation X.

[0071] Par rapport au carter, carter 80 dans l'exemple, et à la rangée d'aubes de rotor qu'ils équipent, les disques ci-dessus, tels que 25a, 25b, de la pluralité de disques 25 sont disposés autour des têtes des aubes 11 de cette rangée d'aubes de rotor.

[0072] Ci-après, c'est à une même série de tels disques que l'on se réfère. Plusieurs étages de compression, ou plusieurs rangées rangée d'aubes de rotor du compresseur peuvent être équipée(s) d'une telle même série de disques 25.

[0073] Une même pluralité de disques 25, et donc leurs fentes 31, seront avantageusement situés :

- autour du bord d'attaque 110, et de la partie amont 111, des aubes 11 à considérer,
- et même autour de l'espace 900 de la veine - veine primaire 90 ici - situé juste en amont desdites aubes 11 à considérer.

[0074] Chaque disque, tel que 25a, 25b, présente une pluralité d'encoches 27 réparties sur la circonférence C qu'il définit, autour de l'axe de rotation X.

[0075] Pour une facilité de manœuvre, chaque disque, tel que 25a, 25b, sera de préférence en une seule pièce.

[0076] Si les disques 25 sont manœuvrés ensemble en rotation, autour de l'axe de rotation X, par l'intermédiaire de moyens 29 d'actionnement des disques, la rotation de chaque disque, tel que 25a ou 25b, par rapport aux autres disques va permettre de modifier la forme de fentes 31 individuellement créées par une série d'encoches, tel que 27a ou 27b, de la pluralité d'encoches situées les unes à la suite des autres le long de l'axe de rotation, de telle sorte que chaque fente 31 peut se présenter comme :

- une fente axiale, comme illustré [Fig.6], ou,
- une fente oblique par rapport à l'axe de rotation X, comme illustré [Fig.7].

[0077] Autrement dit, circonférentiellement autour de l'axe de rotation X, chacun des disques 25 présente une succession d'encoches 27 qui se laisse chacune traversée par le fluide considéré. Et chacune de ces encoches 27 est disposée de façon à être :

- alignée axialement, parallèlement, à l'axe X, avec une des encoches 27 de chacun des autres disques de la pluralité de disques 25 (comme illustré [Fig.6]), ou
- décalée angulairement, autour de l'axe X, par rapport à une des encoches de certains au moins des autres disques de la pluralité de disques 25 (comme illustré figures 7 à 9),

de telle sorte que, dans tous les cas, le flux puisse traverser toutes les fentes 31 créées ; voir les flèches F1 sur les figures 6-8, 11 pour les fentes illustrées.

- [0078] Dans le second cas, on pourra en particulier ainsi, par fente 31, dévier le flux de fluide d'un angle α non nul tel que la fente 31 prise en compte s'étende, par rapport à une parallèle à l'axe X, suivant une direction de biais, considérée rectiligne comme celle 31a [Fig.6]. L'angle α est défini entre une parallèle à l'axe X à l'endroit de la fente 31 considérée (voir direction X1 [Fig.8] ou 10), et la direction générale 310 de cette fente.
- [0079] On pourrait aussi prévoir que, d'un disque 25 à un autre, cet angle α évolue de façon que la fente 31 considérée soit arquée, ou présente encore une autre forme.
- [0080] Ainsi, on pourra réaliser une forme de fente non linéaire, mais courbée, voire en plusieurs tronçons, successifs, chacun linéaire ou non.
- [0081] Quoiqu'il en soit, on aura ainsi résolu le problème précité d'un manque d'adaptabilité de la forme des traitements de carter non axisymétriques de type arc selon le régime de fonctionnement de la turbomachine. La zone de prélèvement de l'écoulement, dans le flux F1, du fluide et la zone de réinjection pourront être optimisés pour rendre, vis-à-vis de l'écoulement, le traitement de carter plus efficace, et ainsi mieux prévenir le pompage.
- [0082] Autour de l'axe de rotation X, toutes les fentes 31 du traitement de carter peuvent présenter, au même moment, le même angle α .
- [0083] L'angle α pourra typiquement être compris entre -30° et 30° par rapport à l'axe X, couvrant ainsi les deux sens possibles de rotation d'un rotor autour de l'axe X.
- [0084] L'invention permet d'adapter la forme des fentes 31 sur toute la circonférence. Les angles respectivement amont et aval des fentes peuvent être pilotés indépendamment grâce aux disques.
- [0085] La rotation de chaque disque, en le considérant par rapport aux autres, permet de modifier la forme des fentes 31 du traitement de carter. Et le calage global de ces fentes 31 est modifié par le déplacement - la rotation dans la direction azimutale - de l'ensemble des disques 25.
- [0086] Considérons que, dans un plan P2 perpendiculaire à l'axe X, on référence β (voir [Fig.9]) l'angle de déviation, sur l'un quelconque des disques 25, entre :
- un référentiel 29 où l'encoche concernée appartient à une fente 31 rectiligne et axiale, et
 - la position angulaire de cette encoche nécessaire pour obtenir une orientation de cette fente, et par là même a priori de toutes les fentes, 31 de biais par rapport à une parallèle à l'axe X, comme mentionné ci-dessus.
- [0087] Sur la [Fig.9], l'angle β correspondant marque azimutalement la variation angulaire entre une encoche 27a du premier disque 25a et l'encoche 27b du second disque 25b située juste derrière elle, dans l'hypothèse où l'on souhaite obtenir une fente 31 oblique par rapport à l'axe X, comme sur la [Fig.7].

- [0088] Pour obtenir un angle α tel que la fente 31 prise en compte soit rectiligne, de biais, par rapport à une parallèle à l'axe X, cet angle β sera donc continument croissant du premier disque 25a de la pluralité de disques - rencontré par le flux s'écoulant depuis l'amont vers l'aval - jusqu'au dernier disque, repéré 25f [Fig.7].
- [0089] Chaque encoche pourra être formée en circonférence radialement intérieure du disque 25 considéré, ce qui donnera au disque une forme à circonférence intérieure crénelée et favorisera l'effet provoqué sur le flux F1 par le passage des aubes de rotor.
- [0090] On pourra prévoir :
- entre trois et cent disques 25 (par exemple 10 disques comme dans les illustrations) ; et
 - entre huit et plus de cinquante encoches sur la circonférence de chaque disque 25.
- On pourra prévoir une répartition équidistante ; avec donc autant de fentes pour les disques considérés ensemble.
- [0091] L'augmentation du nombre de disques permettra de diminuer la marche entre deux encoches/créneaux de disques successifs, ce qui améliorera l'état de surface des fentes et donc le comportement aérodynamique du traitement de carter.
- [0092] Une limite au nombre d'encoches, voire au nombre de disques, pourra être la création des « marches » entre les disques fendus successifs : l'effet crénelé qui en résulte détériore l'efficacité aérodynamique.
- [0093] Chacun dans un plan (tel que le plan P2) perpendiculaire à l'axe X et disposés de façon axialement adjacente entre eux, les disques 25 glisseront le long les uns des autres autour de l'axe X.
- [0094] Ces disques 25 seront de préférence chacun à surfaces latérales, - axialement opposées - 250a, 250b, planes, ceci donc à l'endroit de leurs interfaces.
- [0095] En surface radialement intérieure 253, et en face de la rangée considérée d'aubes 11 de rotor, le carter présente une rainure 35 circonférentielle.
- [0096] La (chaque) rainure 35 est adaptée à recevoir l'ensemble des disques 25 axialement adjacents d'une même série de disques 25.
- [0097] Correctement engagés dans la rainure 35, les disques 25 peuvent juste affleurer les rebords, et surfaces, respectivement amont 255a et aval 255b de la rainure 35, qui définissent ainsi une partie de ladite surface radialement intérieure 253 du carter. Ainsi, le profil général défini par la surface radialement intérieure 253 ne sera pas rompu par les disques 25.
- [0098] Si chaque encoche 27 est formée en circonférence radialement intérieure du disque 25 considéré, les fentes 31 seront alors situées dans la rainure 35, tout en étant ouvertes, de façon radialement intérieure, directement sur le flux F1 comme schématisé à titre d'exemple [Fig.11].
- [0099] Pour solliciter les disques les uns en direction des autres parallèlement à l'axe de

rotation X, le compresseur peut en outre comprendre des moyens 33 qui sollicitent élastiquement les disques 25 les uns vers les autres.

[0100] On peut en particulier prévoir des moyens 33 à effet ressort qui appuient sur les disques pour les maintenir.

[0101] Afin de participer au mouvement commun de rotation des disques 25 autour de l'axe X, les moyens 33 à effet ressort de sollicitation axiale des disques peuvent être axialement actifs, en appui entre le carter, carter 80 dans l'exemple, et le premier ou le dernier disque de la pluralité des disques 25, de façon donc à être disposés pour solliciter les disques parallèlement à l'axe de rotation X.

[0102] Pour une même pluralité, ou série, de disques 25, les moyens 33 à effet ressort seront alors situés dans une même rainure 35, en y étant circonférentiellement répartis.

[0103] Quant aux disques 25 en eux-mêmes, on pourra utilement ne les relier physiquement au carter, carter 80 dans l'exemple, que par appui contre le carter, sans qu'ils soient donc fixés au carter, de sorte que les disques 25 puissent tourner, voire soient amovibles par rapport au carter.

[0104] Les disques 25 seront utilement centrés sur l'axe de rotation X du fait des diamètres extérieurs des disques 25 qui sont à peine inférieurs au diamètre intérieur du carter.

[0105] On pourra en particulier prévoir à cette fin un jeu radial minime j ([Fig.11]) pouvant consister en un quasi-appui périphérique non bloquant de la surface radialement extérieure 251 des disques, définie par l'ensemble des circonférences des disques, contre une surface radialement intérieure 253 du carter entourant alors circonférentiellement les disques.

[0106] Autour des disques 25, la surface radialement intérieure 253 du carter sera ainsi elle-même avantageusement située radialement :

- autour du bord d'attaque 110, et de la partie amont 111, des aubes 11 à considérer,
- et même autour de l'espace 900 de la veine - veine primaire 90 ici - situé juste en amont desdites aubes 11 à considérer.

[0107] Comme expliqué plus avant dans le présent texte, on peut souhaiter :

- que le carter, carter 80 dans l'exemple, comprenne deux parties 80a,80b de carter réunies ensemble, et
- que les disques de la pluralité de disques 25 soient disposés entre les deux parties 80a,80b de carter.

[0108] Deux configurations alors possibles, dont les figures 10-12 d'une part et 3,13 d'autre part sont de possibles illustrations schématiques respectives.

[0109] Dans la première configuration :

- le carter comprend axialement lesdites deux parties 80a,80b de carter réunies ensemble, et
- les disques de la pluralité de disques 25 sont disposés axialement entre les deux

parties de carter.

- [0110] Lesdites deux parties 80a,80b forment ainsi les parties respectivement amont et aval du carter.
- [0111] Les disques de la pluralité de disques 25 sont, autour de l'axe de rotation X, entourés par une zone circonférentielle, 820a dans l'exemple, de la partie amont 80a du carter.
- [0112] Une surface de cette zone définit le fond 35a de la rainure circonférentielle 35.
- [0113] La zone circonférentielle 820a appartient à une saillie 800a circonférentielle vers l'aval que présente la partie amont 80a du carter et qui est axialement engagée dans un décrochement 800b axial vers l'aval que présente la partie aval 80b de carter ; l'inverse étant aussi possible.
- [0114] La rainure 35 est ainsi axialement définie entre deux parois radiales, respectivement de la partie amont 80a et de la partie aval 80b du carter.
- [0115] De la sorte, après avoir engagé les disques 25 axialement, les uns à la suite des autres, dans la partie de rainure 35 formée par la partie du carter pourvue de ladite saillie, il suffira de rapprocher axialement d'eux la deuxième partie du carter, jusqu'à butée entre la saillie et le décrochement.
- [0116] Dans la seconde configuration :
- circonférentiellement autour de l'axe de rotation X, le carter, carter 80 dans l'exemple, comprend au moins deux secteurs de carter : deux secteurs hémicirculaires en section dans l'exemple, 810a,810b, réunis ensemble et formant respectivement les deux parties précitées de carter, et
 - les disques de la pluralité de disques 25 sont, autour de l'axe de rotation X, entourés par une zone circonférentielle, respectivement 822a,822b dans l'exemple, desdits secteurs de carter.
- [0117] Chaque secteur de carter présentera le secteur correspondant de la rainure 35 dont le fond sera formé par les zones circonférentielles 822a,822b réunies.
- [0118] De la sorte, après avoir rapproché les disques 25 axialement, les uns à la suite des autres, il suffira de les engager par exemple dans le secteur 810a de carter, puis de disposer autour d'eux le secteur 810b, jusqu'à réunion radiale des secteurs de carter.
- [0119] Ainsi réunis ensemble, les secteurs de carter seront fixés radialement l'un à l'autre par tout moyen, par exemple vissage ; idem pour la première configuration dans laquelle la réunion est axiale.
- [0120] Arrangés comme ils le sont, les disques de la pluralité de disques, 25, doivent être commandés pour que les fentes 31 puissent atteindre la forme souhaitée.
- [0121] A cette fin, le compresseur 3,4 concerné est donc pourvu de moyens 37 d'actionnement des disques, adaptés à entraîner ensemble lesdits disques autour de l'axe de rotation X ; voir figures 14, 15, si nécessaire à associer aux figures 5-11 pour constater visuellement ce qui suit.

- [0122] La rotation d'au moins un disque, tel que 25a, par rapport aux autres disques, tel notamment que 25b ou 25f, de la pluralité de disques, induite par les moyens 37 d'actionnement des disques permet de modifier la forme des fentes 31 individuellement créées par chaque série d'encoches 27 situées, les unes à la suite des autres, le long de l'axe de rotation, de telle sorte que chaque fente 31 puisse donc, comme déjà mentionné, se présenter à la manière :
- d'une fente axiale, ou
 - d'une fente orientée obliquement (angle α) par rapport à l'axe de rotation X, dans un premier plan (P1 [Fig.8]):
- passant par la fente (voir plan de coupe IX-IX [Fig.11]), et
 - perpendiculaire à un second plan (voir plan de coupe X-X [Fig.11], ou plan P2 figures 8,9) radial à l'axe de rotation X, lequel axe X est donc parallèle au premier plan P1.
- [0123] Les disques 25 et les moyens 37 d'actionnement de ces disques sont adaptés pour favorablement entraîner autour de l'axe de rotation X ces disques :
- tous en commun suivant ladite orientation oblique, et
 - ceci selon un angle (angle α) par rapport à une parallèle à l'axe de rotation qui est d'autant plus important que l'on considère lesdits disques du premier (25a) au dernier (25f) ; ceci étant aussi vrai pour l'angle β vis-à-vis de la position de référence 29).
- [0124] Pour être opérationnels, les moyens 37 d'actionnement des disques 25 pourront comprendre une bielle 39 présentant :
- une tige 41, et
 - une première articulation 43a et une deuxième articulation 43b.
- La première articulation 43a est en liaison pivot avec le carter 80. La deuxième articulation est liée à une tige 45a d'un piston 45 adaptée pour coulisser dans un cylindre 45b du piston. Le cylindre 45b du piston est en liaison pivot avec le carter 80.
- [0125] La tige 41 de bielle traverse les disques, du premier (25a) au dernier (25f), à travers un passage commun 47 ménagé à travers chaque disque de la série.
- [0126] De part et d'autre de la série des disques 25, la première articulation de la bielle 39 est située à une première extrémité de la tige 41 et la deuxième articulation 43b à la deuxième extrémité.
- [0127] Ainsi, la deuxième articulation 43b relie la tige 41 de la bielle 39 et la tige 45a du piston.
- [0128] Figures 14 et 15, le repère 49 schématise l'arbre par lequel le cylindre 45b du piston est en liaison pivot avec le carter 80.

Revendications

[Revendication 1]

Compresseur axial d'une turbomachine aéronautique comprenant :

- au moins une roue de rotor (11) adaptée à tourner autour d'un axe de rotation (X) du compresseur, dans une veine (90) où un fluide peut s'écouler,

- un carter (8,80) situé autour de la roue de rotor,

caractérisé en ce que :

- le carter est pourvu intérieurement, autour de la roue de rotor, d'une pluralité de disques (25) avec lesquels le fluide peut venir en contact et qui :

-- sont coaxiaux à l'axe de rotation,

-- sont disposés individuellement perpendiculairement à l'axe de rotation,

-- sont disposés les uns à la suite des autres suivant l'axe de rotation,

-- sont montés rotatifs les uns par rapport aux autres et par rapport au carter (8,80), autour de l'axe de rotation,

chaque disque de la pluralité de disques (25) définissant une circonférence, autour de l'axe de rotation, et présentant une pluralité d'encoches (27) réparties sur la circonférence, et

- le compresseur axial (3,4) comprend en outre des moyens (37)

d'actionnement des disques, adaptés à entraîner ensemble lesdits

disques autour de l'axe de rotation, la rotation induite d'au moins un disque par rapport aux autres disques de la pluralité de disques

permettant de modifier la forme de fentes (31) individuellement créées

par une série d'encoches de la pluralité d'encoches (27) situées les unes à la suite des autres le long de l'axe de rotation, de telle sorte que

chaque fente peut se présenter comme :

- une fente axiale, ou

- une fente orientée obliquement (α) par rapport à l'axe de rotation (X), dans un plan (P1) :

-- passant par la fente (31) et

-- parallèle à l'axe de rotation (X).

[Revendication 2]

Compresseur selon la revendication 1, dans lequel les disques de la

pluralité de disques (25) sont organisés successivement, le long de l'axe

de rotation (X), depuis un premier disque jusqu'à un dernier disque, et

les disques et les moyens (37) d'actionnement des disques sont adaptés

à entraîner suivant ladite orientation oblique, tous en commun, lesdits

disques autour de l'axe de rotation, selon un angle (α) qui est d'autant plus important que l'on considère lesdits disques (25), du premier au dernier.

- [Revendication 3] Compresseur selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les moyens (37) d'actionnement des disques comprennent une bielle (39) présentant :
- une tige (41) traversant lesdits disques et ayant une première extrémité et une deuxième extrémité, et
 - une première articulation (43a) et une deuxième articulation (43b), respectivement à la première extrémité et à la deuxième extrémité de la tige, la première articulation étant en liaison pivot avec le carter (8,80), la deuxième articulation étant liée à une tige (45a) de piston adaptée pour coulisser dans un cylindre (45b) de piston en liaison pivot avec le carter.
- [Revendication 4] Compresseur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les disques de la pluralité de disques (25) sont en appui contre le carter, sans être fixés à lui, de sorte qu'ils sont amovibles par rapport au carter (8,80).
- [Revendication 5] Compresseur (12) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le carter (8,80) présente une rainure (35) où les disques (25) sont engagés sans en déborder radialement.
- [Revendication 6] Compresseur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel :
- le carter comprend deux parties de carter (80a,80b ; 810a, 810b) réunies ensemble, et
 - les disques de la pluralité de disques (25) sont disposés entre les deux parties de carter.
- [Revendication 7] Compresseur selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel :
- le carter comprend axialement deux parties (80a,80b) de carter réunies ensemble, et
 - les disques de la pluralité de disques (25) sont disposés axialement entre les deux parties de carter.
- [Revendication 8] Compresseur selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel :
- circonférentiellement autour de l'axe de rotation (X), le carter comprend deux secteurs de carter (810a, 810b) réunis ensemble, et
 - les disques de la pluralité de disques (25) sont, autour de l'axe de rotation, entourés par une zone (822a,822b) de chacun desdits deux secteurs de carter.
- [Revendication 9] Compresseur selon l'une des revendications précédentes, qui comprend en outre des moyens (33) à effet ressort de sollicitation axiale des

disques, qui sollicitent élastiquement les disques (25) les uns en direction des autres parallèlement à l'axe de rotation (X).

- [Revendication 10] Compresseur selon la revendication 9, dans lequel les moyens (33) à effet ressort de sollicitation axiale des disques sont en appui entre le carter (80) et la pluralité de disques (25) et disposés pour solliciter les disques parallèlement à l'axe de rotation.
- [Revendication 11] Turbomachine aéronautique (1) comprenant le compresseur (12) selon l'une des revendications précédentes.

[Fig. 1]

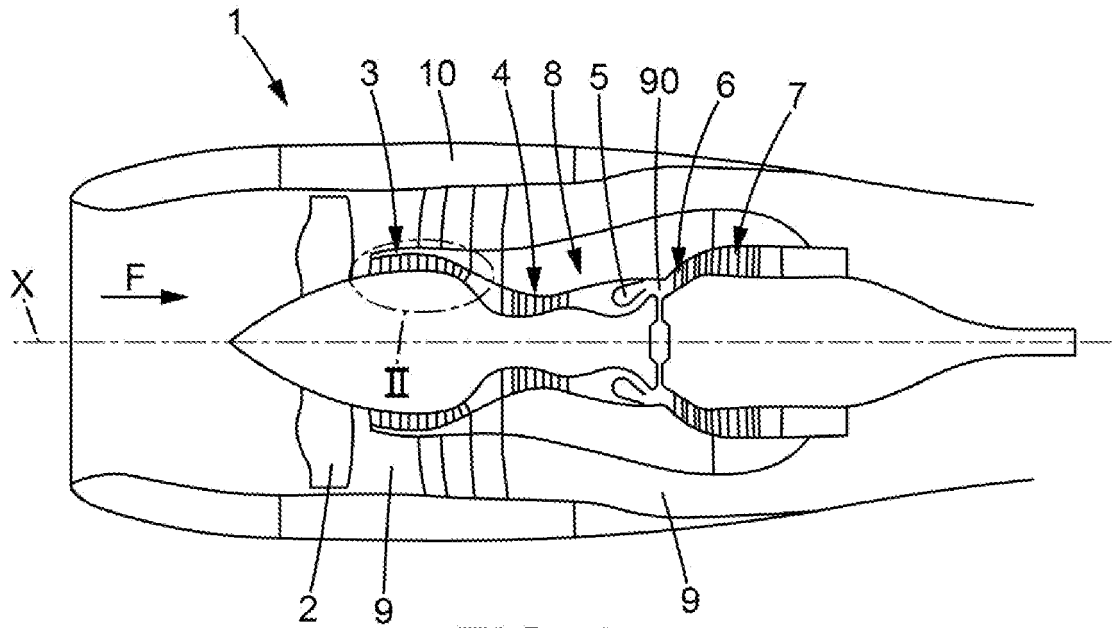


FIG. 1
(ART ANTÉRIEUR)

[Fig. 2]

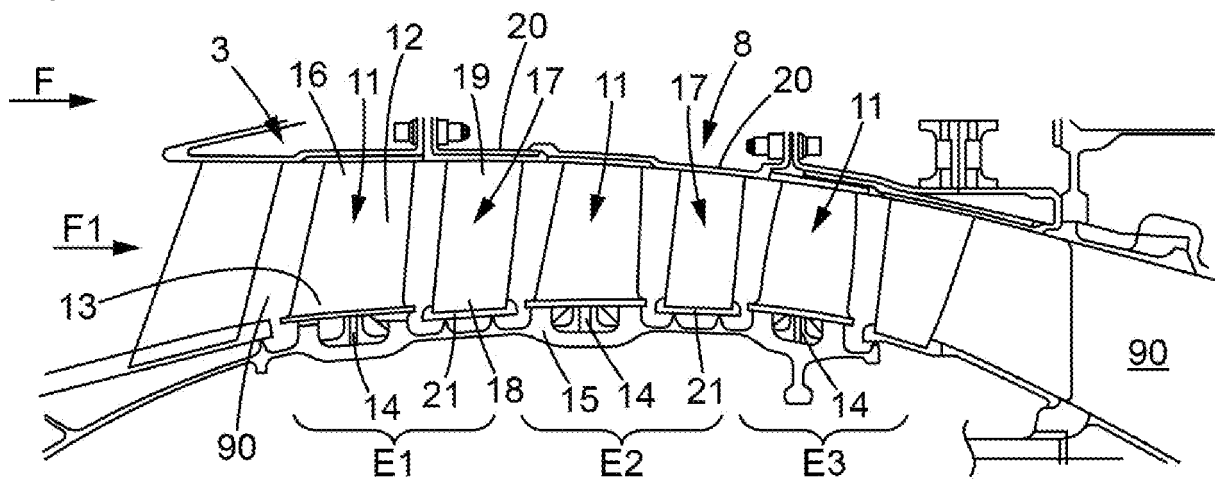
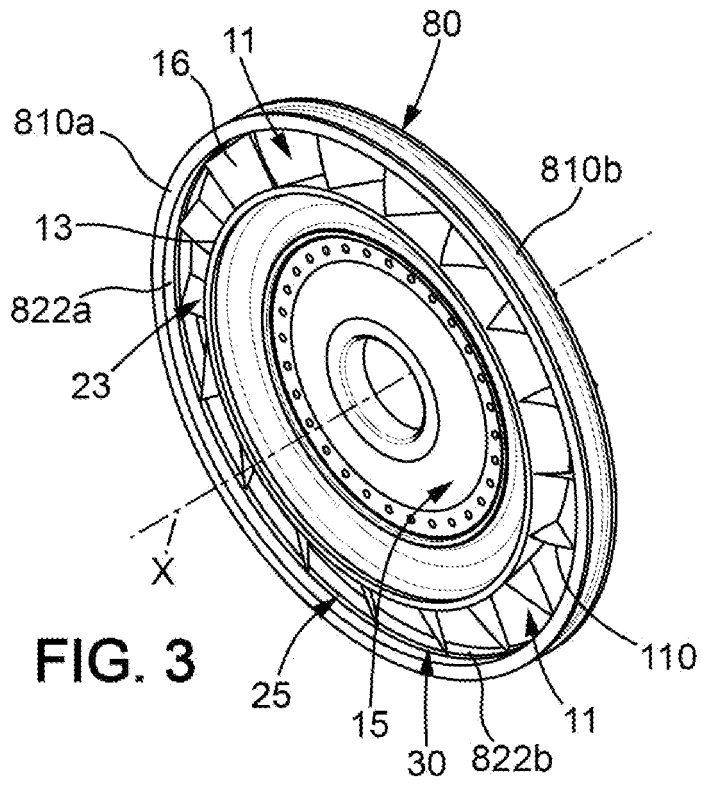
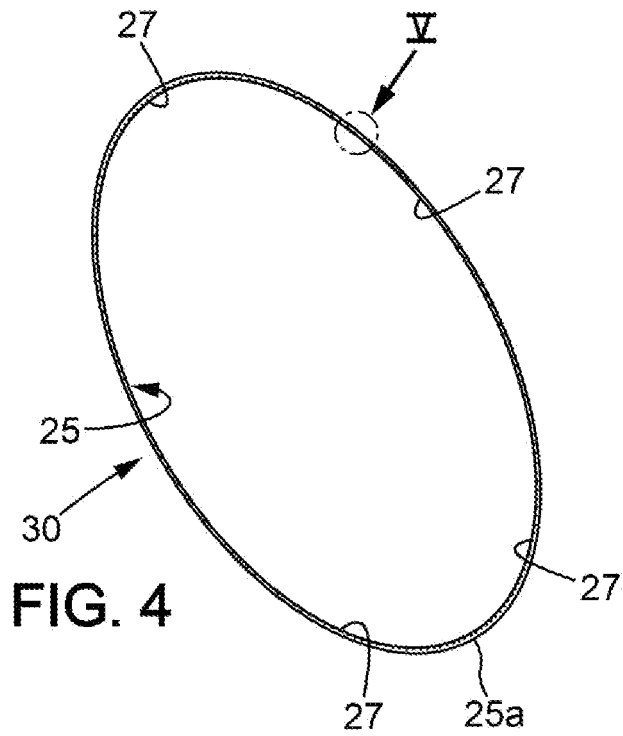


FIG. 2
(ART ANTÉRIEUR)

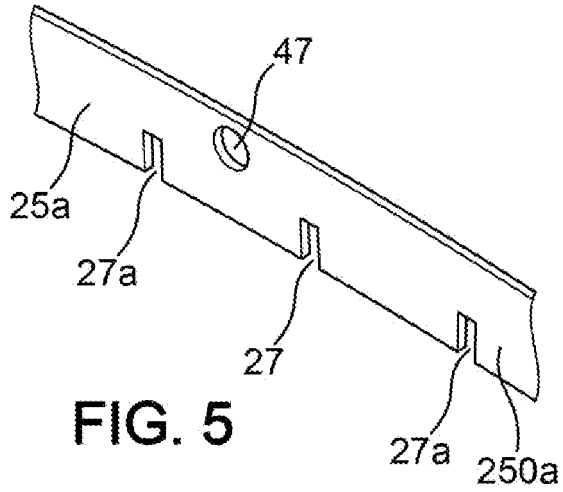
[Fig. 3]



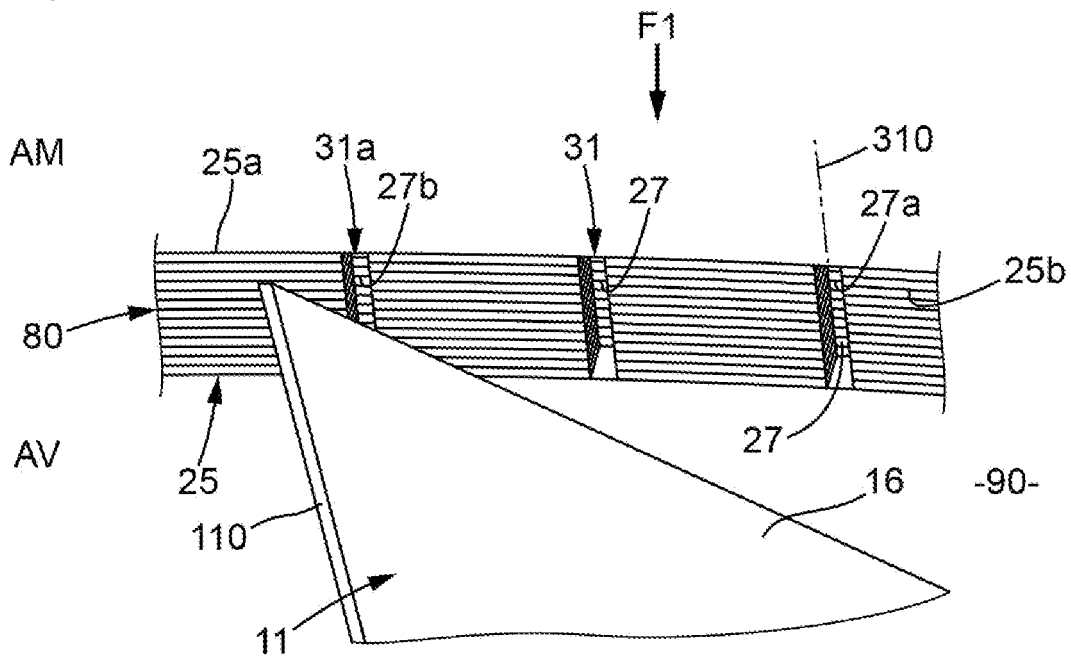
[Fig. 4]



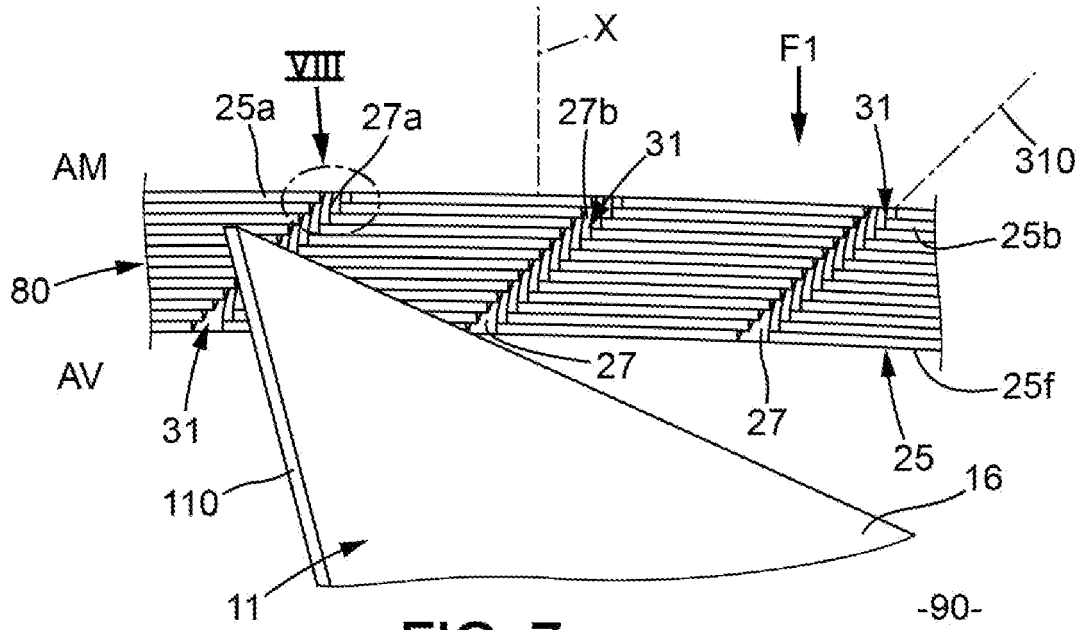
[Fig. 5]

**FIG. 5**

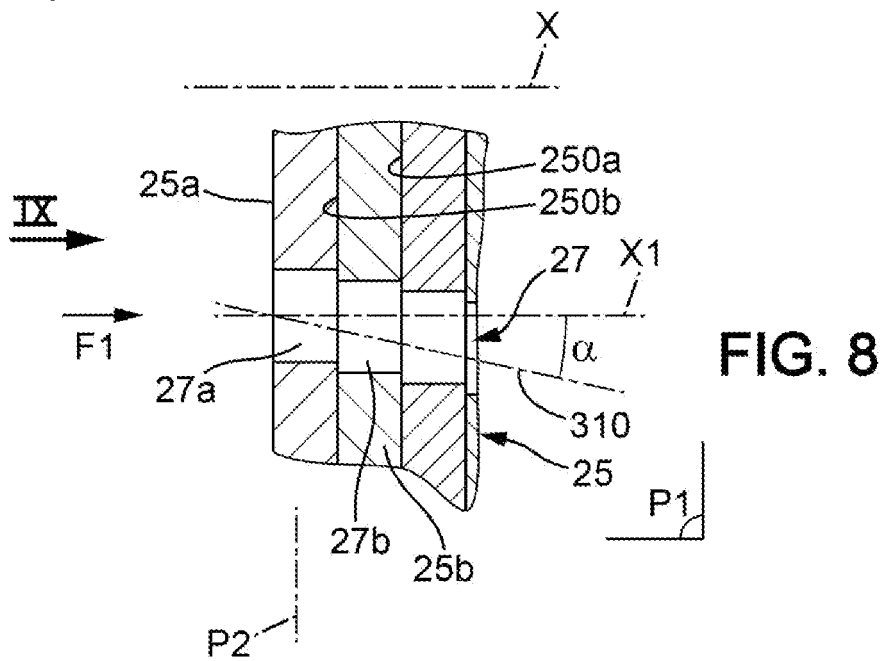
[Fig. 6]

**FIG. 6**

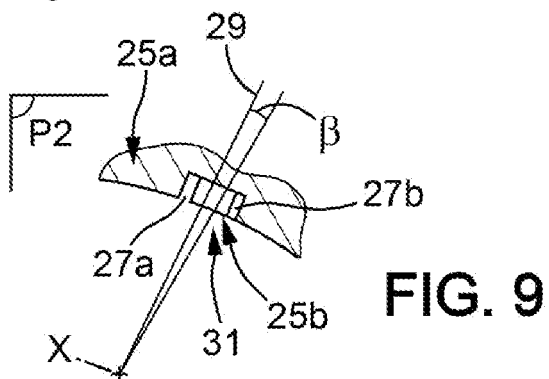
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]

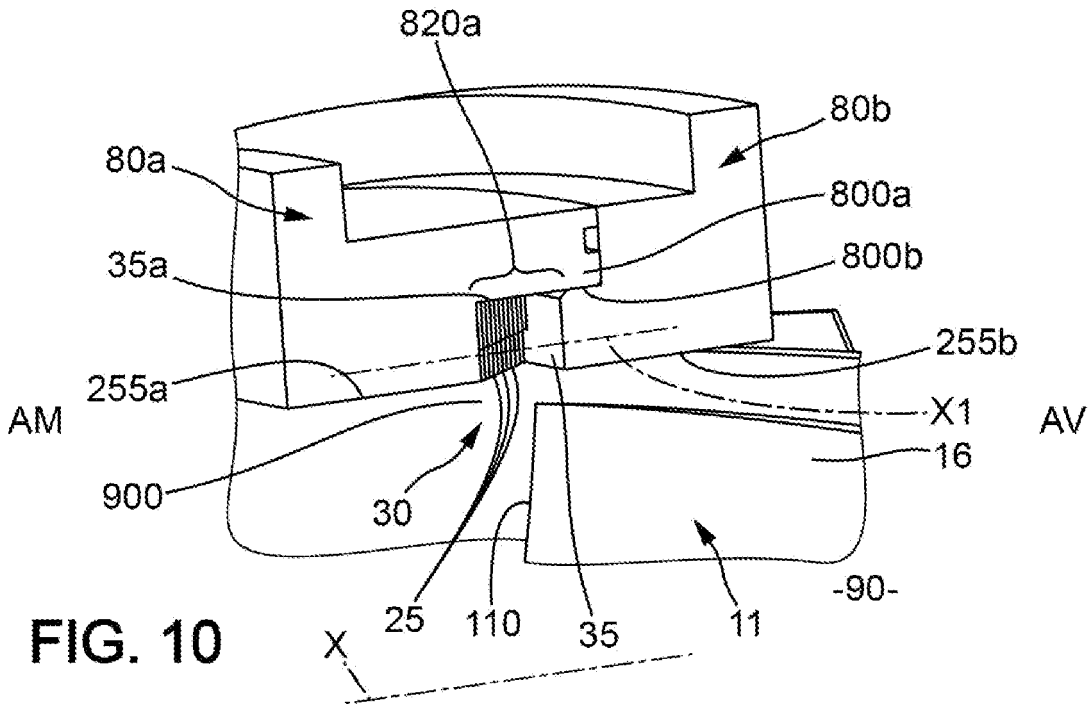


FIG. 10

[Fig. 11]

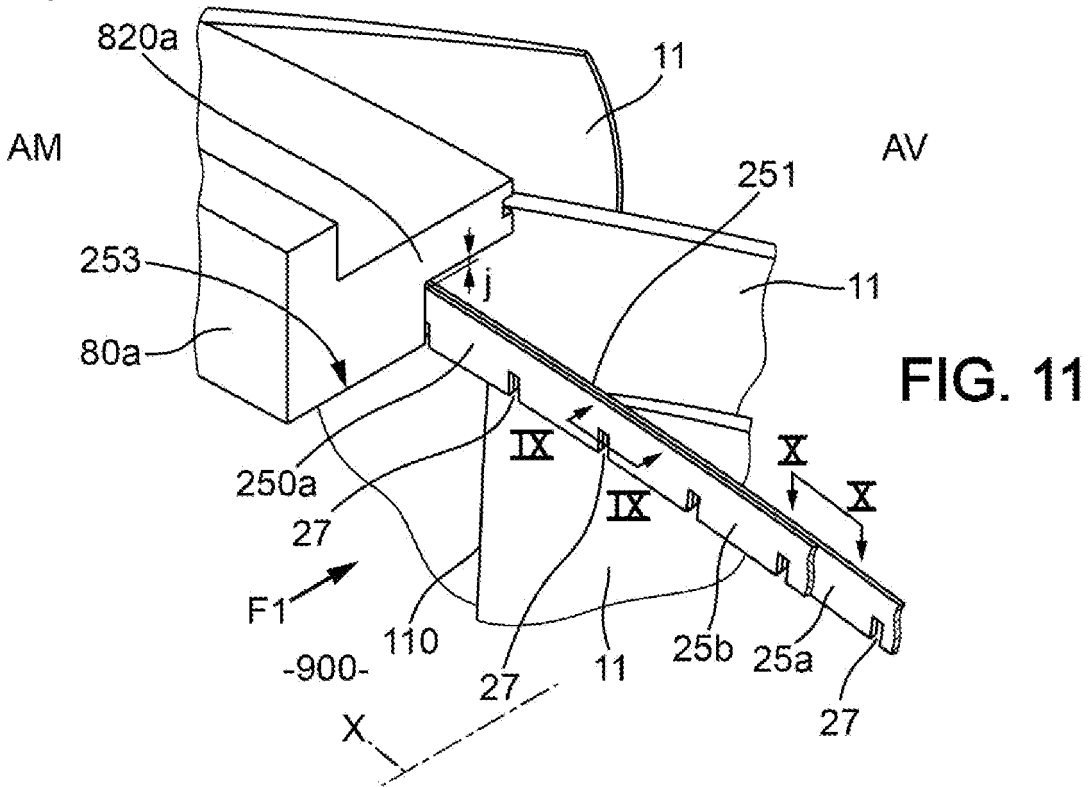
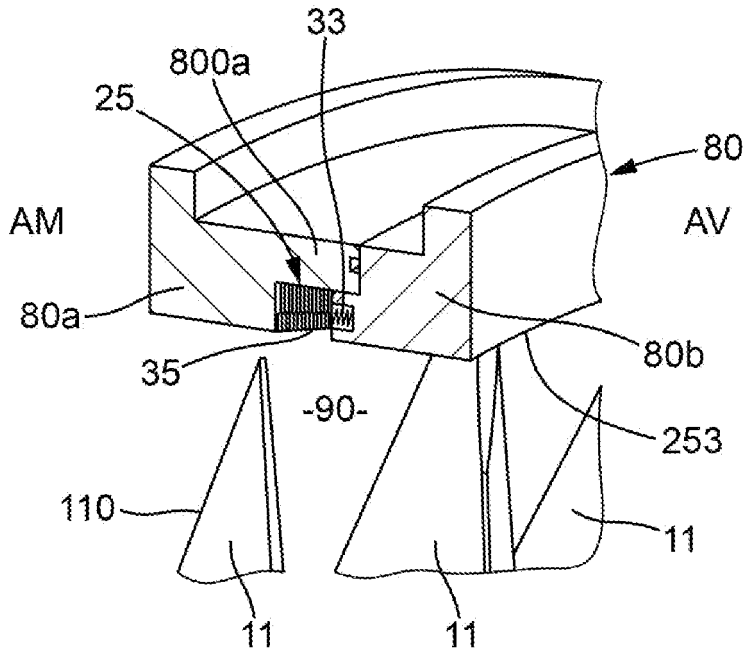
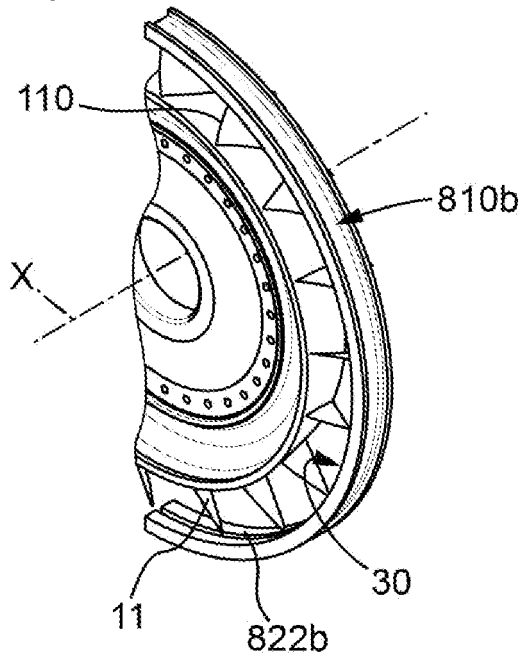


FIG. 11

[Fig. 12]

**FIG. 12**

[Fig. 13]

**FIG. 13**

[Fig. 14]

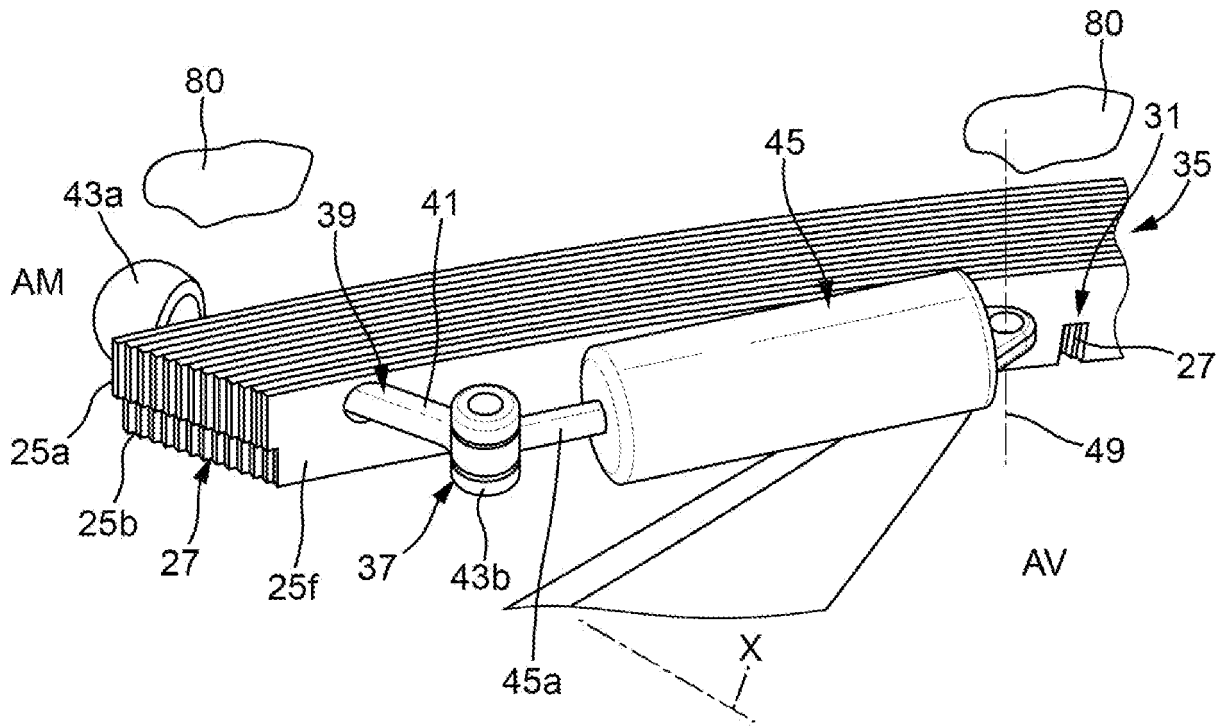


FIG. 14

[Fig. 15]

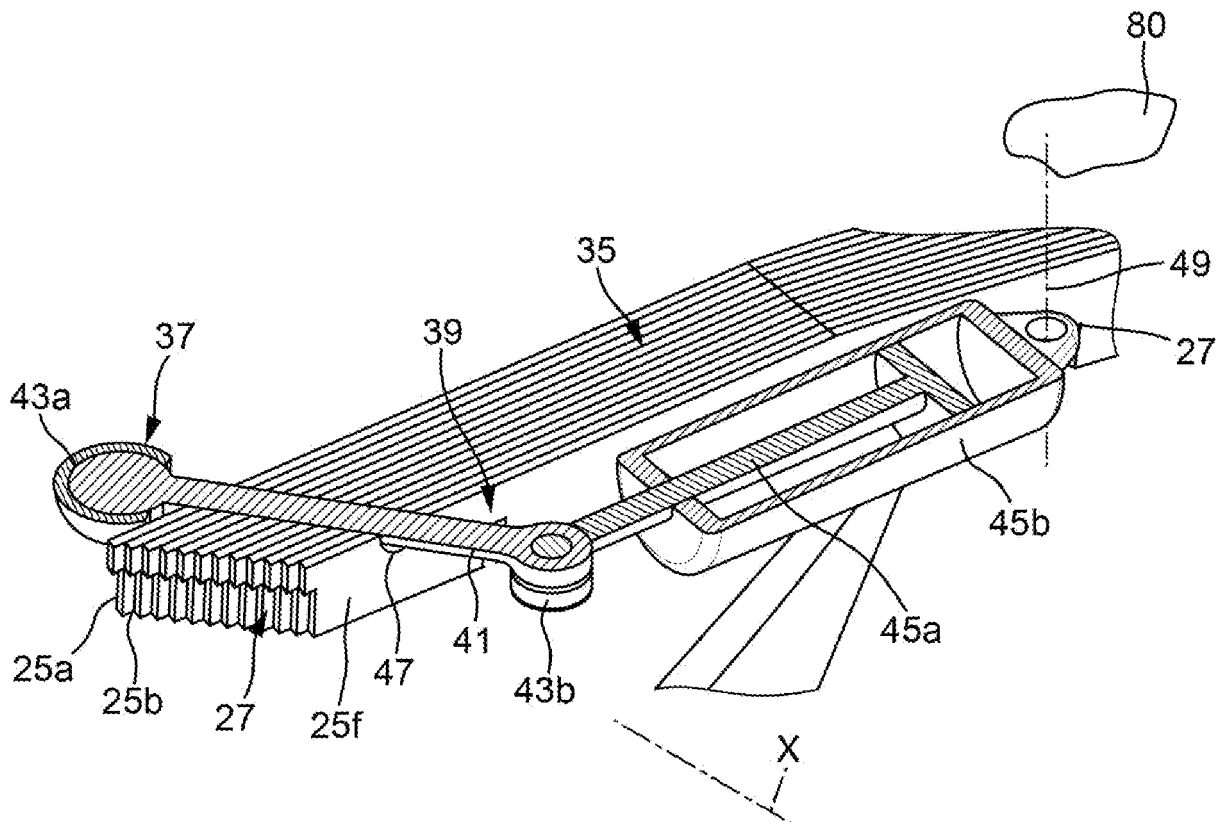


FIG. 15

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 908849
FR 2207280

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2008/044273 A1 (KHALID SYED ARIF [US]) 21 février 2008 (2008-02-21) * alinéa [0083] - alinéa [0115]; figures 4-8 * * abrégé *	1-11	F01D17/12 F01D9/04
A	US 2009/041576 A1 (GUEMMER VOLKER [DE] ET AL) 12 février 2009 (2009-02-12) * alinéa [0028] - alinéa [0047]; figures 1-7 * * abrégé *	1-11	
A	US 10 539 154 B2 (GEN ELECTRIC [US]) 21 janvier 2020 (2020-01-21) * colonne 4, ligne 27 - colonne 9, ligne 55; figures 1-6 * * abrégé *	1-11	
A	US 2016/169017 A1 (GIACCHÉ DAVIDE [DE] ET AL) 16 juin 2016 (2016-06-16) * alinéa [0026] - alinéa [0058]; figures 1-10 * * abrégé *	1-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
E	CN 115 552 099 A (SAFRAN HELICOPTER ENGINES) 30 décembre 2022 (2022-12-30) * alinéa [0019] - alinéa [0037]; figures 1-3 * * abrégé *	1-11	F04D F01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 février 2023		Hermens, Sjoerd	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2207280 FA 908849**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-02-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2008044273 A1	21-02-2008	AUCUN	

US 2009041576 A1	12-02-2009	DE 102007037924 A1	12-02-2009
		EP 2025945 A2	18-02-2009
		US 2009041576 A1	12-02-2009

US 10539154 B2	21-01-2020	US 2017328377 A1	16-11-2017
		WO 2016093811 A1	16-06-2016

US 2016169017 A1	16-06-2016	AUCUN	

CN 115552099 A	30-12-2022	CA 3176299 A1	11-11-2021
		CN 115552099 A	30-12-2022
		EP 4121636 A1	25-01-2023
		FR 3109959 A1	12-11-2021
		WO 2021224558 A1	11-11-2021
