



SPF Economie, PME, Classes
Moyennes & Energie
Office de la Propriété intellectuelle

1023397 B1

Date de délivrance : 06/03/2017

BREVET D'INVENTION

Date de priorité :

Classification internationale : F01D 17/16

Numéro de dépôt : BE2015/5561

Date de dépôt : 04/09/2015

Titulaire :

SAFRAN AERO BOOSTERS S.A.
4041, HERSTAL
Belgique

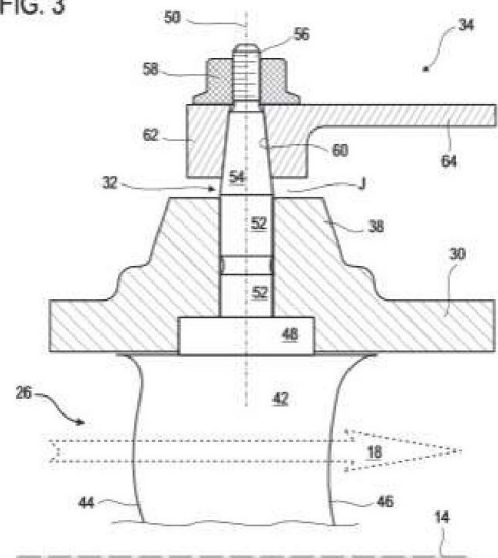
Inventeur :

COURTEJOIE Alexis
4560 CLAVIER
Belgique

AUBE A CALAGE VARIABLE DE COMPRESSEUR DE TURBOMACHINE AXIALE

L'invention propose une aube orientable (26) de compresseur basse pression de turbomachine, également appelée aube à calage variable, ou VSV. L'aube (26) comprend une pale (42) s'étendant radialement dans le flux primaire (18) de la turbomachine, un axe de commande (32) présentant une surface extérieure avec un tronçon conique (54). Un levier (34) avec un orifice (60) est monté sur le tronçon conique (54). La surface interne de l'orifice (60) présente une portion également conique, qui épouse le tronçon conique (54). Un écrou de serrage (58) permet de presser le tronçon conique (54) dans l'orifice (60) pour permettre un emmanchement du type cône morse. Cela permet un blocage en rotation et une rétention radiale, qui complète la présence de l'écrou (58). Un tel accouplement est plus simple à réaliser, plus fiable et plus économique.

FIG. 3



Description

AUBE A CALAGE VARIABLE DE COMPRESSEUR DE TURBOMACHINE AXIALE

Domaine technique

- 5 L'invention se rapporte à un redresseur à aubes orientables de compresseur de turbomachine. Plus précisément, l'invention concerne l'entraînement en rotation d'aubes orientables de compresseur de turbomachine. L'invention a également trait à une turbomachine axiale, notamment un turboréacteur d'avion ou un turbopropulseur d'aéronef.

10 Technique antérieure

- Il est connu de prévoir plusieurs rangées d'aubes orientables par rapport au carter d'un compresseur de turboréacteur. De telles aubes peuvent être pivotées pendant le fonctionnement du moteur. Leurs pales cambrées basculent par rapport au flux primaire qu'elles traversent, ce qui permet d'adapter leur action en
- 15 fonction du régime moteur et des conditions de vol. La plage de fonctionnement est ainsi étendue.

- Ces aubes sont dotées d'axes de commandes montés pivotants dans des ouvertures traversant le carter externe du compresseur. Les extrémités libres des axes de commandes sont prolongées latéralement par des leviers de commandes,
- 20 eux-mêmes reliées à une bague de commande. Des actionneurs permettent d'entraîner en rotation les bagues pour incliner les leviers, et ainsi orienter les aubes. Le pilotage des actionneurs peut s'effectuer en fonction de capteurs, ou de différents paramètres de fonctionnement de la turbomachine.

- La performance du compresseur repose sur la précision de positionnement
- 25 angulaire des aubes par rapport au carter. A cet effet, l'accouplement entre l'axe de commande et le levier d'une aube doit être précis en plus de devoir supporter des couples importants. Le réglage au montage de l'orientation entre l'axe de commande et le levier doit être particulièrement fin.

- Le document EP 1156227A2 divulgue une aube à calage variable de turbine
- 30 récupérant de l'énergie de gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne.

L'orientation des aubes est réglée grâce à leur bras d'actionnement. A cet effet, chaque bras d'actionnement montre un orifice chaussé à une extrémité d'un axe de pivotement d'aube. Leurs surfaces respectives sont dentelées, de manière à former des stries complémentaires au travers de l'orifice. Par ce biais, un couple important peut être transmis et la précision d'accouplement est garantie par les stries.

Toutefois, la précision d'orientation relative entre le levier et l'axe de pivotement dépend de la finesse d'usinage des stries. Lorsqu'elles sont effectuées par brochage, les dentures s'usent. De même, les stries externes d'un axe de commande d'aube sont taillées par un d'outil avec des dentures fines et étroites. Rapidement, les stries usinées perdent en précision. Ceci implique donc de changer fréquemment d'outil, ce qui engendre une dépense importante. De plus, le jeu mécanique résiduel entre les stries pénalise la précision d'orientation. Par ailleurs, le contrôle géométrique de telles formes est complexe.

Résumé de l'invention

Problème technique

L'invention a pour objectif de résoudre au moins un des problèmes posés par l'art antérieur. Plus précisément, l'invention a pour objectif de simplifier la réalisation d'un compresseur muni d'aubes à calage variable. L'invention a également pour objectif d'améliorer la précision d'orientation des aubes orientables. L'invention recherche également une solution simple, résistante, légère, et économique.

Solution technique

L'invention a pour objet une aube orientable de compresseur de turbomachine, notamment de compresseur basse pression, l'aube comprenant: une pale destinée à s'étendre dans le flux de la turbomachine, un axe de commande présentant une surface extérieure avec un tronçon destiné à être introduit dans un orifice de levier de commande montrant une forme complémentaire de sorte à permettre un accouplement, notamment en rotation, remarquable en ce que le tronçon de la surface externe est conique.

Selon un mode avantageux de l'invention, la conicité du tronçon conique est comprise entre 0,01 et 10 ; préférentiellement comprise entre 0,02 et 1 ; plus préférentiellement comprise entre 0,03 et 0,10 ; éventuellement égale à 0,05.

5 Selon un mode avantageux de l'invention, l'axe de commande est généralement circulaire, préférentiellement le tronçon est essentiellement circulaire, et/ou présente une variation de rayon constante.

10 Selon un mode avantageux de l'invention, la longueur du tronçon conique est supérieure à la majorité de son rayon minimal, préférentiellement supérieure à la majorité de son rayon moyen, plus préférentiellement supérieure à son diamètre maximal.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'aube comprend une platine, notamment en forme de disque, séparant l'axe de commande de la pale, la platine étant éventuellement distante du tronçon conique.

15 Selon un mode avantageux de l'invention, l'axe de commande comprend une extrémité libre filetée qui succède au tronçon conique.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'axe de commande comprend au moins un, préférentiellement deux segments cylindriques séparés par une gorge annulaire, le diamètre de chaque segment étant supérieur ou égal au diamètre maximal du tronçon conique.

20 Selon un mode avantageux de l'invention, l'aube comprend un levier présentant un orifice avec une surface interne présentant une portion conique de forme complémentaire à celle du tronçon conique.

25 Selon un mode avantageux de l'invention, le tronçon conique de l'axe de commande de l'aube et/ou la portion conique du levier comprennent chacun une gorge le long de l'axe de commande, les gorges étant éventuellement mises en correspondance dans l'état assemblé.

Selon un mode avantageux de l'invention, le diamètre maximal du tronçon conique de la surface externe est supérieur au diamètre maximal de la portion conique de la surface interne de l'orifice du levier.

30 Selon un mode avantageux de l'invention, le diamètre minimal du tronçon conique de la surface externe de l'axe de commande de l'aube est supérieur au diamètre minimal de la portion conique de la surface interne de l'orifice du levier.

Selon un mode avantageux de l'invention, le levier comprend une zone épaissie où est formé son orifice.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'axe de commande comprend des moyens de serrage, notamment un pas de vis, afin d'enfoncer le tronçon conique dans la portion conique.

Selon un mode avantageux de l'invention, le tronçon conique et la portion conique forment un emmanchement type cône morse.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'axe de commande prolonge la pale radialement.

10 Selon un mode avantageux de l'invention, le tronçon conique et la pale forment un ensemble monobloc, préférentiellement venu de matière.

Selon un mode avantageux de l'invention, le tronçon conique et la portion conique s'épousent sur la majorité de leurs aires.

15 Selon un mode avantageux de l'invention, l'aube est réalisée par fabrication additive, par exemple à l'aide de poudre de titane balayée par un faisceau d'électrons.

Selon un mode avantageux de l'invention, le tronçon conique et/ou la portion conique sont lisses.

20 Selon un mode avantageux de l'invention, la courbure du tronçon conique et/ou la courbure de la portion conique sont constantes sur toute leur périphérie et/ou sur toute leur hauteur respective.

25 Selon un mode avantageux de l'invention, la longueur de la portion conique du levier est supérieure à la majorité de son rayon minimal, préférentiellement supérieure à la majorité de son rayon moyen, plus préférentiellement supérieure à son diamètre maximal.

Selon un mode avantageux de l'invention, la conicité de la portion conique est égale à celle du tronçon conique.

30 Selon un mode avantageux de l'invention, le diamètre moyen du tronçon conique de la surface externe de l'aube est supérieur au diamètre moyen de la portion conique de l'orifice du levier.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'extrémité libre filetée est en contact du tronçon conique.

L'invention a également pour objet un ensemble d'aubage orientable de compresseur de turbomachine, notamment de compresseur basse pression, l'ensemble comprenant un bras avec une portée femelle de fixation, l'aube comprenant un axe d'actionnement avec une portée mâle emmanchée dans la portée femelle de sorte à permettre un couplage en rotation, les portées présentant des surfaces complémentaires, caractérisé en ce que les portées sont coniques. Le bras peut être entendu comme le levier.

Selon un mode avantageux de l'invention, les portées sont des portées de fixation. L'invention a également pour objet une turbomachine, comprenant une aube orientable, préférentiellement plusieurs aubes orientables, remarquable en ce qu'au moins un ou chaque aube est conforme à l'invention, la turbomachine étant éventuellement une turbomachine axiale et l'aube traversant le flux primaire radialement.

Selon un mode avantageux de l'invention, le compresseur comprend un carter externe avec des ouvertures dans lesquels les axes de commande des aubes sont montés de manière pivotante, le carter étant réalisé en un matériau composite à matrice organique.

Selon un mode avantageux de l'invention, au moins un ou chaque tronçon conique est en dehors radialement du carter du compresseur, préférentiellement radialement à distance du carter du compresseur.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un jeu radial J séparant le carter du levier autour de l'axe de commande correspondant.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend au un ou plusieurs ensembles, au moins un ou chaque ensemble étant conforme à l'invention.

Selon un mode avantageux de l'invention, le jeu radial J est compris entre 0,05 mm et 1cm, préférentiellement compris entre 0,5 mm et 3mm.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend une soufflante et un réducteur épicycloïdal réduisant la vitesse de rotation de la soufflante par rapport à la vitesse de rotation du compresseur.

Selon un mode avantageux de l'invention, le compresseur est un compresseur haute pression.

De manière générale, les modes avantageux de chaque objet de l'invention sont également applicables aux autres objets de l'invention. Dans la mesure du possible, chaque objet de l'invention est combinable aux autres objets. L'état de l'art peut également être combiné à chaque objet de l'invention.

5

Avantages apportés

L'invention offre une solution simple puisqu'elle repose sur une géométrie élémentaire. La forme de cône de l'aube peut être produite à l'aide d'un tour, ou à l'aide d'une fraise conique pour l'orifice du levier. Les outils sont donc simples, la
10 taille de leurs dentures peut être plus grande. Leur longévité est accrue, ce qui réduit les coûts de production.

L'indexation de l'axe de commande peut être ajustée très finement. En effet, cela peut s'effectuer indépendamment de la qualité de réalisation des cônes puisqu'ils sont invariants par rotation. Leurs zones de contact restent les mêmes sur leurs
15 pourtours. Donc, la position angulaire d'un levier par rapport à son axe est mieux réglée lors de leur emmanchement par serrage. L'aube correspondante présente une orientation plus fidèle à sa position théorique.

De même, l'emploi de cônes permet d'assurer un centrage fiable. Ceci permet de mieux positionner le levier, et de mieux l'articuler par rapport à la bague dont il
20 dépend. Les tolérances de fabrications sont plus simples à atteindre, que ce soit pour l'axe de commande ou pour l'orifice. L'interface est plus simple, et tend à supprimer le jeu mécanique pouvant se dégrader en raison des vibrations induites par le fonctionnement du turboréacteur.

Brève description des dessins

25 La figure 1 représente une turbomachine axiale selon l'invention.

La figure 2 est un schéma d'un compresseur de turbomachine selon l'invention.

La figure 3 illustre une aube orientable selon l'invention.

La figure 4 esquisse un levier selon l'invention.

30 **Description des modes de réalisation**

Dans la description qui va suivre, les termes intérieur ou interne et extérieur ou externe renvoient à un positionnement par rapport à l'axe de rotation d'une turbomachine axiale. La direction axiale correspond à la direction le long de l'axe de rotation de la turbomachine. La direction radiale est perpendiculaire à l'axe de rotation.

La figure 1 représente de manière simplifiée une turbomachine axiale. Il s'agit dans ce cas précis d'un turboréacteur double-flux. Le turboréacteur 2 comprend un premier niveau de compression, dit compresseur basse-pression 4, un deuxième niveau de compression, dit compresseur haute-pression 6, une chambre de combustion 8 et un ou plusieurs niveaux de turbines 10. En fonctionnement, la puissance mécanique de la turbine 10 transmise via l'arbre central jusqu'au rotor 12 met en mouvement les deux compresseurs 4 et 6. Ces derniers comportent plusieurs rangées d'aubes de rotor associées à des rangées d'aubes de stators. La rotation du rotor autour de son axe de rotation 14 permet ainsi de générer un débit d'air et de comprimer progressivement ce dernier jusqu'à l'entrée de la chambre de combustion 8. Des moyens de démultiplication, telle un réducteur épicycloïdal 15 peuvent augmenter la vitesse de rotation transmise aux compresseurs.

Un ventilateur d'entrée communément désigné fan, ou soufflante, 16 est couplé au rotor 12 et génère un flux d'air qui se divise en un flux primaire 18 traversant les différents niveaux sus mentionnés de la turbomachine, et un flux secondaire 20 traversant un conduit annulaire (partiellement représenté) le long de la machine pour ensuite rejoindre le flux primaire en sortie de turbine. Le flux secondaire peut être accéléré de sorte à générer une réaction de poussée. Les flux primaire 18 et secondaire 20 sont des flux annulaires, ils sont canalisés par le carter de la turbomachine et/ou des viroles. A cet effet, le carter présente des parois cylindriques qui peuvent être internes et externes.

La figure 2 est une vue en coupe d'un compresseur d'une turbomachine axiale telle que celle de la figure 1. Le compresseur peut être un compresseur basse-pression 4. On peut y observer une partie du fan 16 et le bec de séparation 22 du flux primaire 18 et du flux secondaire 20. Le rotor 12 comprend plusieurs rangées d'aubes rotoriques 24, en l'occurrence trois. Le rotor 12 est ici du type monobloc, par exemple avec des aubes rotoriques 24 soudées à un tambour.

Alternativement, le rotor peut être avec aubes comprenant des fixations par queue d'arondes reçues dans des gorges de disque ou de tambour rotorique.

Le compresseur basse pression 4 comprend plusieurs redresseurs, en l'occurrence quatre, qui contiennent chacun une rangée d'aubes statoriques (26 ; 28), en ce sens qu'elles sont liées au stator. Les redresseurs sont associés au fan 16 ou à une rangée d'aubes rotoriques pour redresser le flux d'air, de sorte à convertir la vitesse du flux en pression statique.

Les aubes statoriques (26 ; 28) s'étendent essentiellement radialement depuis un carter extérieur 30, et peuvent y être fixées à l'aide d'axes 32. Ces axes 32 peuvent permettre de les ancrer de manière rigide ou de les articuler. Au sein d'une même rangée, les aubes statoriques (26 ; 28) sont régulièrement espacées les unes des autres, et peuvent présenter une même orientation angulaire dans le flux 18. Avantageusement, les aubes (26 ; 28) d'une même rangée sont identiques. Optionnellement, l'espacement entre les aubes (26 ; 28) peut varier localement. Certaines aubes peuvent différer du reste des aubes de leur rangée. Le carter 30 peut être formé de plusieurs anneaux, ou de demi-coquilles.

Le compresseur 4 peut comprendre au moins une ou plusieurs rangées annulaires d'aubes orientables 26, également dénomées « aubes à callage variable ». Ces aubes 26 sont également connues sous l'acronyme VSV pour l'expression anglaise « Variable Stator Vane ». Le compresseur 4 peut être mixte ; il peut à la fois contenir des aubes orientables 26, et des aubes à orientation fixe 28, c'est-à-dire rigidement ancrées au carter 30 du compresseur 4.

Les aubes orientables 26 peuvent pivoter par rapport au flux 18, si bien qu'elle couvrent plus ou moins la veine fluide grâce à leurs pales. Elles peuvent intercepter davantage le flux primaire 18. La largeur circonférentielle qu'elles occupent peut varier. Leurs bords d'attaque et leur bords de fuite peuvent se rapprocher ou s'éloigner des aubes de la même rangée. En étant plus ou moins inclinées par rapport au sens d'écoulement général, elles dévient plus ou moins le flux primaire 18 pour moduler le redressement de flux qu'elles procurent.

Chaque aube orientable 26 comprend un axe de commande 32 qui est lié à un levier d'actionnement 34. L'axe de commande 34 est sensiblement orienté radialement et matérialise l'axe géométrique autour duquel elles oscillent. L'axe de commande 34 s'étend vers l'extérieur du carter 30, au-delà de son enveloppe.

Une modification d'orientation de levier 34 entraîne une rotation d'une aube orientable 26 autour de son axe 32. Les leviers 34 de chaque rangée sont entraînés simultanément grâce à une bague de commande 36 ou bague de synchronisation. Chaque rangée d'aubes orientables 26 est associée à une bague de commande 36 dédiée; éventuellement plusieurs rangées sont rattachées à une même bague de commande 36. Des actionneurs (non représentés) électriques ou hydrauliques, tels des pistons ou des moteurs tournants, provoquent les mouvements de rotation des bagues de commande 36 sur elles-mêmes.

[0001] Les mouvements de pivotement des aubes orientables 26 sont permis grâce aux liaisons pivot formées par les axes de commande 32 et les ouvertures pratiquées dans la paroi externe du carter 30 du compresseur. Au niveau des ouvertures, le carter 30 montre des bossages 38 sur sa surface extérieure. Les bossages 38 forment des épaissements permettant d'allonger la portée des ouvertures pour rigidifier les liaisons pivots. Le carter 30, ou du moins sa paroi peut être réalisé en un matériau composite à matrice organique et avec un renfort. Le composite peut regrouper un préforme fibreuse avec un empilement de plis tissés, et une matrice époxydique. En complément, le carter 30 peut comprendre des fibres courtes, c'est-à-dire de longueur inférieure à 3 mm, avec une résine polyétherimite (PEI) ou polyétheréthercétone (PEEK). Les fibres sont du type fibres de carbone. Elles peuvent également être en verre ou en graphite. Le carter 30 peut également comprendre des inserts, par exemple au niveau des ouvertures, et au niveau de ses brides annulaires radiales de fixation. Les inserts peuvent être métalliques. Ils peuvent être noyés dans le composite, ou l'affleurer. Le carter composite 30 peut être réalisé par moulage, en injectant la résine dans une cavité de moulage. Bien entendu, le carter peut être métallique, c'est-à-dire majoritairement ou totalement en termes de volume.

Le compresseur 4 peut comprendre des viroles internes 40 suspendues aux extrémités internes des aubes orientables 26. Afin de permettre la rotation de ces dernières, celles-ci présentent des extrémités avec des liaisons (non représentées) pivot ou rotule. Ainsi les aubes orientables 26 sont également inclinables par rapport aux viroles internes 40.

La figure 3 esquisse une portion du compresseur 4 qui est centrée sur un axe de commande 32 d'une aube orientable 26. Seule une portion radiale de l'aube est représentée, l'axe de rotation 14 de la turbomachine est indiqué en guise de repère. L'aube orientable 26, le carter 30 et le levier 34 peuvent être identiques à ceux présentés en figure 2.

L'aube orientable 26 comprend une pale 42 s'étendant radialement dans le flux primaire 18. La pale 42 présente un bord d'attaque 44, un bord de fuite 46, une surface intrados et une surface extrados qui s'étendent toutes deux du bord d'attaque 44 au bord de fuite 46. La pale 42 peut présenter un empilement de profils aérodynamique cambrés, afin de dévier le flux primaire 18 incident. La pale 42 peut être monobloc, ou être formée en deux parties dont une partie fixe par rapport au carter et une partie orientable par rapport au carter 30.

L'aube orientable 26 peut comprendre un disque 48. Il sépare l'axe de commande 32 de la pale 42 ; il les lie. Le disque 48 est monté glissant dans une poche formée dans l'épaisseur de la paroi du carter 30, il offre une surface d'appui permettant de bloquer radialement l'aube 26. Il peut également éviter que l'aube orientable 26 ne s'incline par rapport à son axe de pivotement 50 propre, c'est-à-dire l'axe généralement radial autour duquel son orientation évolue.

L'axe de commande 32 comprend au moins deux segments cylindriques 52 séparés par une gorge annulaire. Ces segments cylindriques 52 glissent à l'intérieur de l'ouverture, contre le carter 30. Des douilles antifricction tubulaires (non représentées) réduisent le frottement entre les segments cylindriques 52 et le carter 30. Les douilles peuvent présenter des collerettes radiales à l'interface entre le disque 48 et la surface radialement interne de la poche de l'ouverture. L'aube 26 vient en butée radiale contre lesdites collerettes.

L'axe de commande 32 comprend un tronçon conique 54, ou en troncature de cône. Ce tronçon 54 forme une portée mâle conique. A cet endroit, la surface externe de l'axe de commande 32 est conique. Le diamètre de chaque segment cylindrique 52 est supérieur ou égal au diamètre maximal du tronçon conique 54. Ils peuvent se prolonger avec une continuité de surface. Alternativement, une gorge périmétrique ou un épaulement périmétrique peut les séparer. La conicité du tronçon conique 54 peut être comprise entre 0,01 et 40 ; préférentiellement

comprise entre 0,01 et 20 ; plus préférentiellement comprise entre 0,04 et 0,06, par exemple égale à 0,05.

La longueur du tronçon conique 54 peut être supérieure à la majorité de son rayon minimal, préférentiellement supérieure au double de son diamètre maximal et/ou supérieure à l'épaisseur moyenne de la pale 42. La longueur du tronçon 54 est mesurée selon la longueur de l'axe de commande 32, soit généralement radialement. La conicité du tronçon conique 54 peut être constante, notamment à l'intérieur du levier 34 ou au niveau du contact avec le levier 34. La conicité est éventuellement égale à 0,05. La conicité est le quotient de la différence des diamètres divisée par la longueur.

L'axe de commande 32 comprend une extrémité libre filetée 56 qui est attenante au tronçon conique 54. Le tronçon conique 54 forme la liaison entre l'extrémité filetée 56 et les segments cylindriques 52. Le filetage 56 peut recevoir un élément de serrage et/ou de fixation 58, par exemple un lockbolt ou un écrou 58. En combinaison avec le filetage 56, ledit élément 58 permet un serrage radial vers l'intérieur du levier 34.

Le levier 34 reçoit l'axe de commande 32 via son orifice 60 qui le traverse radialement. Cet orifice 60 est réalisé au niveau d'une zone épaissie 62 pour améliorer la rigidité de la zone de moindre épaisseur 64. Le levier 60 chevauche l'axe de commande 32 essentiellement au niveau du tronçon conique 54. La surface interne de cet orifice 60 présente une portion conique de forme complémentaire à celle de l'axe de commande 32 dont elle est en contact ; soit le tronçon conique 54. La portion conique et le tronçon conique 54 s'épousent, ils sont emmanchés l'un dans l'autre, leurs conicités sont égales. Leur engagement crée un encastrement. La longueur radiale de l'emmanchement est supérieure au diamètre minimal du tronçon conique 54. L'aube 26 et son levier 34 sont solidaires et forment un ensemble. La portion conique forme une portée femelle conique.

Le tronçon conique 54 déborde en dessous du levier 34. Ainsi, le diamètre maximal de la surface externe de l'axe de commande 32 y est supérieur au diamètre maximal de la surface interne de l'orifice 60 du levier 34. A l'opposé, le levier 34 prolonge le tronçon conique 54, ce qui signifie que l'extrémité de ce dernier reste à l'intérieur de l'orifice 60. Le diamètre minimal de la surface externe du tronçon conique 54 est supérieur au diamètre minimal de la surface interne de

l'orifice 60 du levier 34. Toutefois, il est envisageable que le tronçon conique 54 traverse de part en part le levier 34.

Le sommet du bossage 38 comprend une face en regard de la face interne du levier 34. Un jeu J sépare ces faces, et offre une marge pour enfoncer
5 correctement et suffisamment le tronçon conique 54 dans l'orifice 60. Le levier 34 est ainsi séparé du carter 30, notamment à distance radialement du bossage 38.

Grâce aux moyens de serrage, soit l'élément de serrage 58 et le filetage 56, l'axe de commande 32 est enchâssé de force dans l'orifice 60. Grâce au choix de la valeur de la conicité, le tronçon conique 54 et la portion conique forment un
10 emmanchement type cône morse. Grâce aux frottements à l'interface conique, l'emmanchement permet un blocage en rotation ainsi qu'une rétention radiale. La sécurité de l'assemblage est améliorée car le risque de détachement est limité. Le rôle de l'élément de serrage 58 et/ou de blocage est réduit ; il peut être supprimé. En remplacement, l'axe de commande peut être enfoncé dans l'orifice
15 grâce à une presse, ou par un choc.

La figure 4 représente une vue en plan du levier 34 qui est observé depuis l'intérieur. Le levier 34 peut correspondre à ceux présentés en figure 2 et en figure 3.

La réduction de diamètre de la portion conique 66 de l'orifice 60 est observable
20 puisque la réduction de diamètre s'opère vers l'extérieur. Une gorge 68 est formée à l'intérieur de la surface interne de l'orifice 60. Elle coupe la portion conique 66. Le tronçon conique de l'aube peut également présenter une gorge. Les gorges 68 peuvent être de même largeur, et sont destinées à être mise en correspondance lors de l'assemblage du levier sur l'axe de commande.

25 Le levier 34 est essentiellement allongé. Il présente une forme générale de plaque à plusieurs hauteurs ou plusieurs épaisseurs. La partie de gauche 62, qui est épaissie, est celle recevant l'axe de commande de l'aube orientable, et la partie de droite 64, celle de moindre épaisseur, est celle qui est liée à la bague de commande. Cette partie ci présente un perçage 70 pour offrir une fixation. Le
30 levier 34 peut être métallique ou en un matériau composite à matrice organique pour le gain de masse. Sa zone de moindre épaisseur 64 peut s'étendre sur la majorité de sa longueur. Elle peut être configurée pour se déformer élastiquement

lors de l'actionnement de la bague commande, ce qui réduit les efforts et limite la contrainte de l'assemblage (dont les degrés de liberté sont supprimés).

Le présent enseignement peut également s'appliquer aux aubes rotoriques du compresseur, ainsi qu'aux aubes de soufflante de la turbomachine. Il peut
5 également s'appliquer à une turbine basse pression tout comme à une turbine haute pression.

Revendications

1. Aube orientable (26) de compresseur (4 ; 6) de turbomachine (2), notamment de compresseur basse pression (4), l'aube (26) comprenant:
 - une pale (42) destinée à s'étendre dans le flux (18) de la turbomachine (2),
 - un axe de commande (32) présentant une surface extérieure avec un tronçon (54) destiné à être introduit dans un orifice (60) de levier de commande (34) montrant une forme complémentaire de sorte à permettre un accouplement, notamment en rotation,caractérisée en ce que
le tronçon (54) de la surface externe est conique.
2. Aube orientable (26) selon la revendication 1, caractérisée en ce que la conicité du tronçon conique (54) est comprise entre 0,01 et 10 ; préférentiellement comprise entre 0,02 et 1 ; plus préférentiellement comprise entre 0,03 et 0,10 ; éventuellement égale à 0,05.
3. Aube orientable (26) selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisée en ce que l'axe de commande (32) est généralement circulaire, préférentiellement le tronçon (54) est essentiellement circulaire, et/ou présente une variation de rayon constante.
4. Aube orientable (26) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la longueur du tronçon conique (54) est supérieure à la majorité de son rayon minimal, préférentiellement supérieure à la majorité de son rayon moyen, plus préférentiellement supérieure à son diamètre maximal.
5. Aube orientable (26) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle comprend une platine (48), notamment en forme de disque (48), séparant l'axe de commande (32) de la pale (42), la platine (48) étant éventuellement distante du tronçon conique (54).
6. Aube orientable (26) selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que l'axe de commande (32) comprend une extrémité libre filetée (56) qui succède au tronçon conique (54).
7. Aube orientable (26) selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que l'axe de commande (32) comprend au moins un, préférentiellement deux

segments cylindriques (52) séparés par une gorge annulaire, le diamètre de chaque segment (52) étant supérieur ou égal au diamètre maximal du tronçon conique (54).

- 5 8. Aube orientable (26) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce qu'elle comprend un levier (34) présentant un orifice (60) avec une surface interne présentant une portion conique (66) de forme complémentaire à celle du tronçon conique (54).
9. Aube orientable (26) selon la revendication 8, caractérisée en ce que le tronçon conique (54) de l'axe de commande (32) de l'aube (26) et/ou la portion conique (66) du levier (34) comprennent chacun une gorge (68) le long de l'axe de commande (32), les gorges (68) étant éventuellement mises en correspondance dans l'état assemblé.
- 10 10. Aube orientable (26) selon l'une des revendications 8 à 9, caractérisée en ce que le diamètre maximal du tronçon conique (54) de la surface externe est supérieur au diamètre maximal de la portion conique (66) de la surface interne de l'orifice (60) du levier (34).
11. Aube orientable (26) selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisée en ce que le diamètre minimal du tronçon conique (54) de la surface externe de l'axe de commande (32) de l'aube (26) est supérieur au diamètre minimal de la portion conique (66) de la surface interne de l'orifice (60) du levier (34).
- 20 12. Aube orientable (26) selon l'une des revendications 8 à 11, caractérisée en ce que le levier (34) comprend une zone épaissie (62) où est formé son orifice (60).
13. Aube orientable (26) selon l'une des revendications 8 à 12, caractérisée en ce que l'axe de commande (32) comprend des moyens de serrage (56), notamment un pas de vis, afin d'enfoncer le tronçon conique (54) dans la portion conique (66).
- 25 14. Aube orientable (26) selon l'une des revendications 8 à 13, caractérisée en ce que le tronçon conique (54) et la portion conique (66) forment un emmanchement type cône morse.
- 30

15. Turbomachine (2) comprenant une aube orientable (26), préférentiellement plusieurs aubes orientables (26), caractérisée en ce qu'au moins un ou chaque aube orientable (26) est conforme à l'une des revendications 1 à 14, la turbomachine (2) étant éventuellement une turbomachine axiale (2) et l'aube orientable (26) traversant le flux primaire (18) radialement.
16. Turbomachine (2) selon la revendication 15, caractérisée en ce que le compresseur (4 ; 6) comprend un carter externe (30) avec des ouvertures dans lesquels les axes de commande (32) des aubes (26) sont montés de manière pivotante, le carter (30) étant réalisé en un matériau composite à matrice organique.
17. Turbomachine (2) selon la revendication 16 et aube (26) selon l'une des revendications 8 à 13, caractérisée en ce qu'elle comprend un jeu radial J séparant le carter (30) du levier (34) autour de l'axe de commande (32) correspondant.
18. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 15 à 17, caractérisée en ce qu'au moins un ou chaque tronçon conique (54) est en dehors radialement du carter (30) du compresseur (34), préférentiellement radialement à distance du carter (30) du compresseur (4 ; 6).

FIG. 1

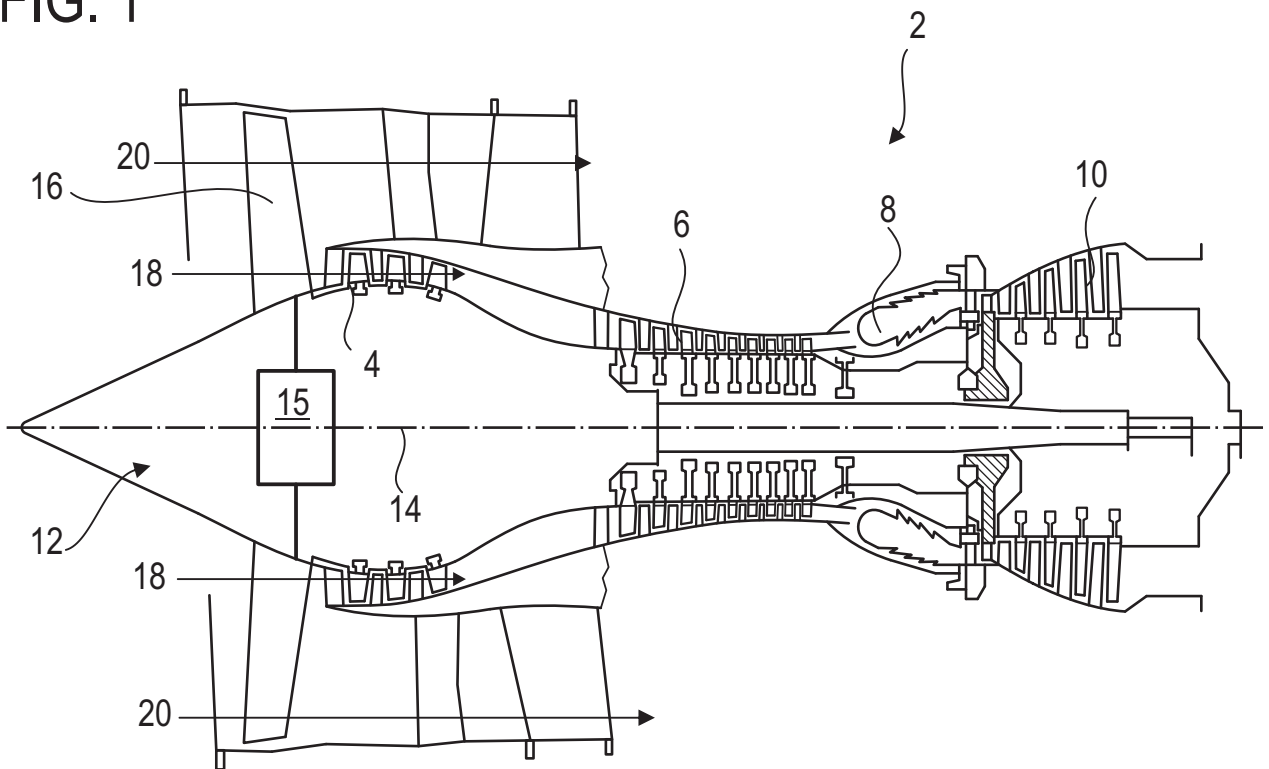


FIG. 2

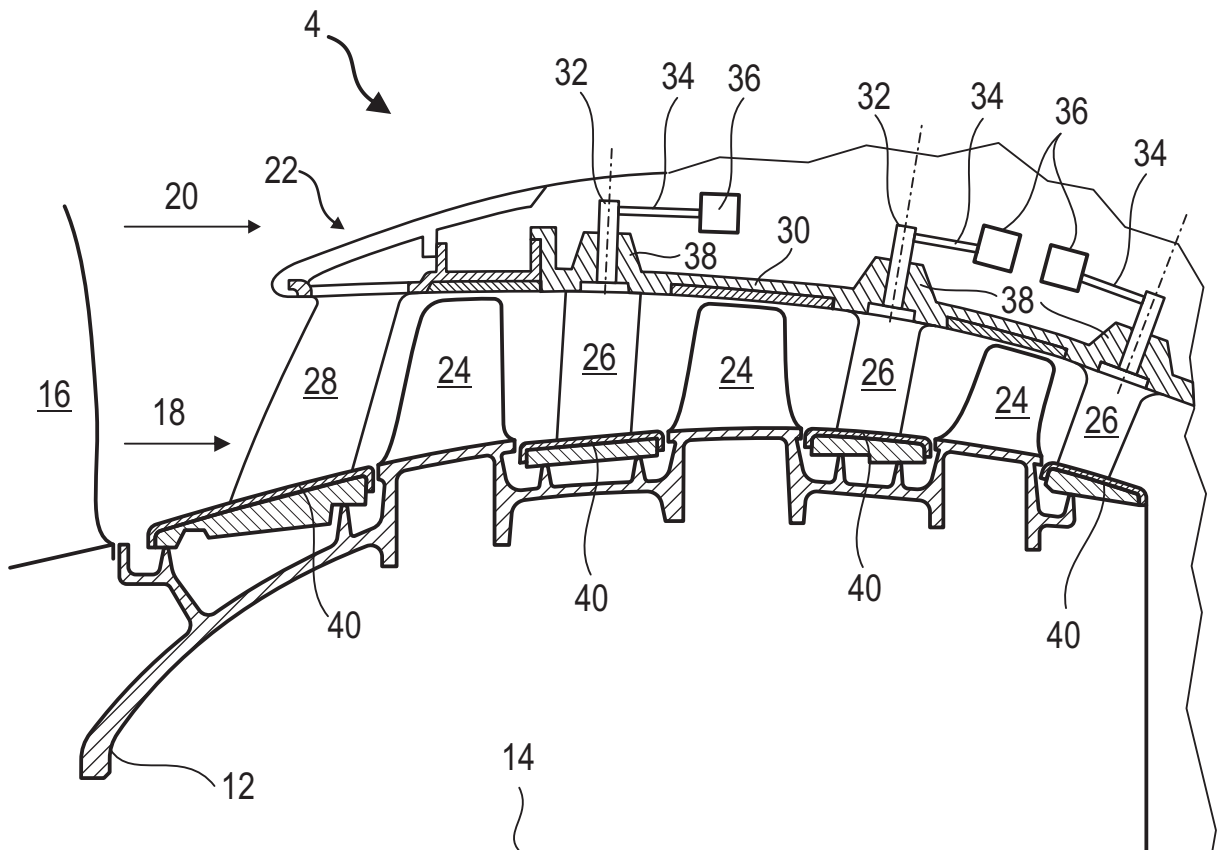


FIG. 3

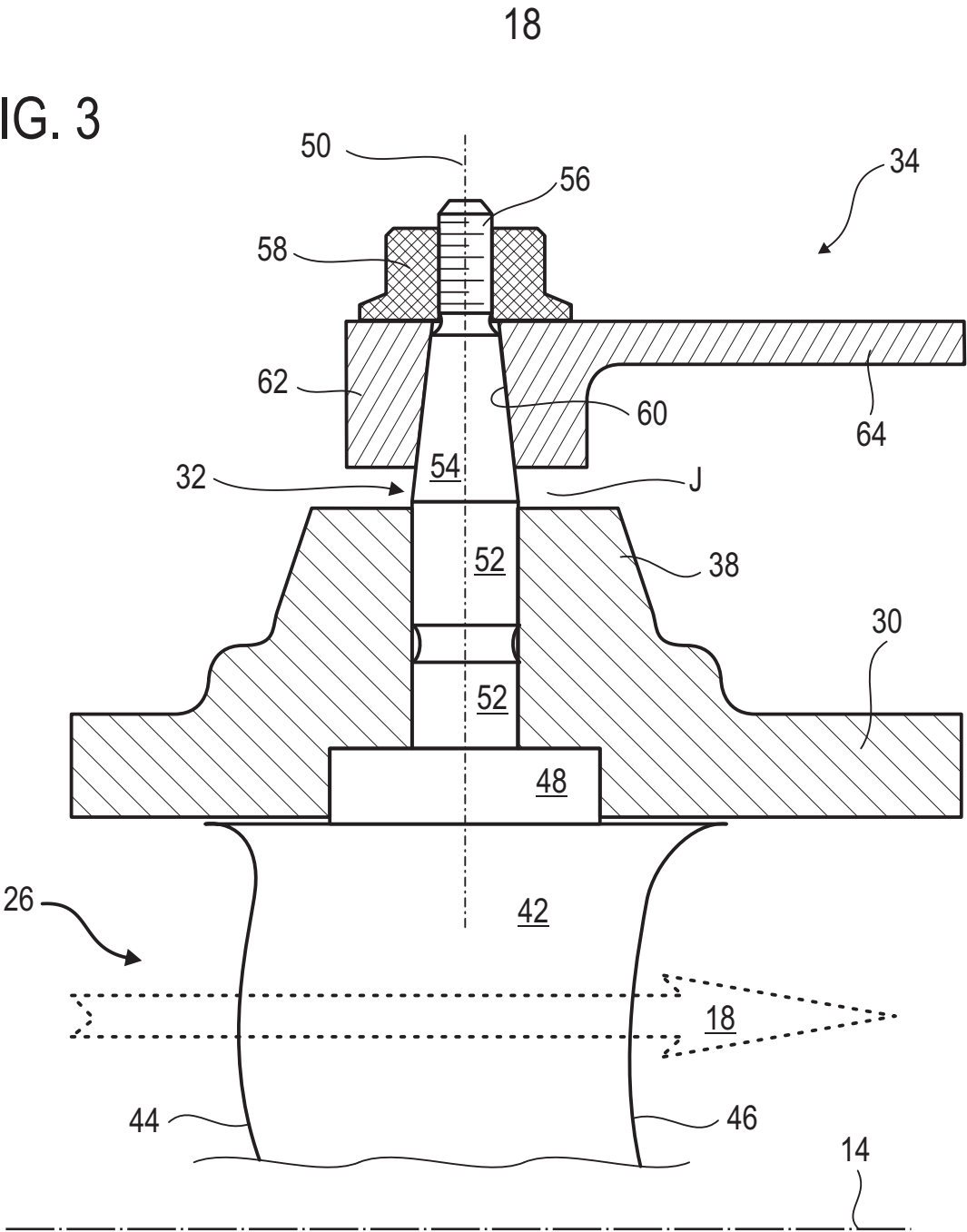
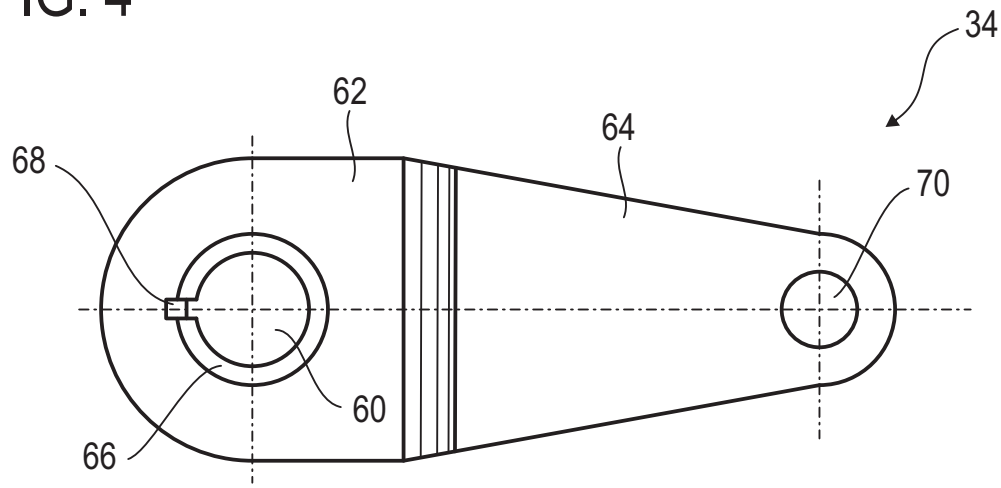


FIG. 4





Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 11173
BE 201505561

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 2010/092278 A1 (MAJOR DANIEL W [US] ET AL) 15 avril 2010 (2010-04-15) * figures *	1-18	INV. F01D17/16
X	EP 2 055 903 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 6 mai 2009 (2009-05-06) * alinéa [0022]; figures *	1-8, 10-18	
X	WO 2012/092543 A1 (ROLLS ROYCE NORTH AMERICA TECHNOLOGIES INC [US]; RESS ROBERT A JR [US]) 5 juillet 2012 (2012-07-05) * figure 3 *	1-5,7,8, 10-18	
X	GB 774 501 A (POWER JETS RES & DEV LTD) 8 mai 1957 (1957-05-08) * figure 1 *	1-4,6-8, 10-18	
X	US 4 979 874 A (MYERS STEVEN W [US]) 25 décembre 1990 (1990-12-25) * figure 3 *	1-4,7,8, 10-18	
X	GB 2 402 181 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 1 décembre 2004 (2004-12-01) * figures *	1,2,4,5, 8-18	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 avril 2016		Raspo, Fabrice	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

B0 11173
BE 201505561

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

21-04-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010092278 A1	15-04-2010	EP 2177771 A2	21-04-2010
		US 2010092278 A1	15-04-2010
		US 2012251297 A1	04-10-2012
EP 2055903 A2	06-05-2009	EP 2055903 A2	06-05-2009
		US 2009097966 A1	16-04-2009
WO 2012092543 A1	05-07-2012	CA 2823224 A1	05-07-2012
		EP 2659096 A1	06-11-2013
		US 2012263571 A1	18-10-2012
		WO 2012092543 A1	05-07-2012
GB 774501 A	08-05-1957	AUCUN	
US 4979874 A	25-12-1990	AUCUN	
GB 2402181 A	01-12-2004	GB 2402181 A	01-12-2004
		US 2004240990 A1	02-12-2004



OPINION ÉCRITE

Dossier N° BO11173	Date du dépôt (jour/mois/année) 04.09.2015	Date de priorité (jour/mois/année)	Demande n° BE201505561
Classification internationale des brevets (CIB) INV. F01D17/16			
Déposant TECHSPACE AERO S.A.			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- ☒ Cadre n° I Base de l'opinion
- ☐ Cadre n° II Priorité
- ☐ Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- ☐ Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- ☒ Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- ☐ Cadre n° VI Certains documents cités
- ☒ Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- ☐ Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

	Examineur Raspo, Fabrice
--	-----------------------------

Cadre n° I Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.
2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, le cas échéant, cette opinion a été effectuée sur la base des éléments suivants :
 - a. Nature de l'élément:
 - ☐ un listage de la ou des séquences
 - ☐ un ou des tableaux relatifs au listage de la ou des séquences
 - b. Type de support:
 - ☐ sur papier
 - ☐ sous forme électronique
 - c. Moment du dépôt ou de la remise:
 - ☐ contenu(s) dans la demande telle que déposée
 - ☐ déposé(s) avec la demande, sous forme électronique
 - ☐ remis ultérieurement
3. ☐ De plus, lorsque plus d'une version ou d'une copie d'un listage des séquences ou d'un ou plusieurs tableaux y relatifs a été déposée, les déclarations requises selon lesquelles les informations fournies ultérieurement ou au titre de copies supplémentaires sont identiques à celles initialement fournies et ne vont pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.
4. Commentaires complémentaires :

Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-18
Activité inventive	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-18
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-18
	Non :	Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Cadre n° VII Irrégularités dans la demande

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande, ont été constatées :

voir feuille séparée

Ad point V

Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle ; citations et explications à l'appui de cette déclaration

Il est fait référence aux documents suivants:

- D1 US 2010/092278 A1 (MAJOR DANIEL W [US] ET AL) 15 avril 2010 (2010-04-15)
- D2 EP 2 055 903 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 6 mai 2009 (2009-05-06)
- D3 WO 2012/092543 A1 (ROLLS ROYCE NORTH AMERICA TECHNOLOGIES INC [US]; RESS ROBERT A JR [US]) 5 juillet 2012 (2012-07-05)
- D4 GB 774 501 A (POWER JETS RES & DEV LTD) 8 mai 1957 (1957-05-08)
- D5 US 4 979 874 A (MYERS STEVEN W [US]) 25 décembre 1990 (1990-12-25)
- D6 GB 2 402 181 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 1 décembre 2004 (2004-12-01)

La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet de la revendication 1 n'étant pas nouveau.

Chacun des documents D1-D6 décrit l'objet de la revendication 1 :

une aube orientable de compresseur de turbomachine, notamment de compresseur basse pression, l'aube comprenant:

une pale destinée à s'étendre dans le flux de la turbomachine

un axe de commande présentant une surface extérieure avec un tronçon destiné à être introduit dans un orifice de levier de commande montrant une forme complémentaire de sorte à permettre un accouplement, notamment en rotation telle que le tronçon de la surface externe est conique.

En particulier, les caractéristiques techniques principales de la revendication sont décrites de la façon suivante dans l'état de l'art antérieur cité:

D1: pale 32A/B, axe 52, tronçon conique cf. figures;

D2: pale 154, axe 240, tronçon conique 202-206, voir figures 3-4 et paragraphe [0022];

D3: pale 102, axe 300, tronçon conique cf. 304, voir figure 3;

D4: pale 2, axe 2a, tronçon conique au niveau du levier 15, voir figure 1, etc.;

D5: pale 24, axe 32, tronçon conique voir 46, voir figure 3;

D6: pale 42, axe cf Y-Y, tronçon conique 60, voir figure 4;

L'objet de la revendication 1 n'est donc pas nouveau.

Les revendications dépendantes 2-18 ne contiennent pas de caractéristiques qui satisfassent aux exigences de nouveauté en étant combinées aux caractéristiques de l'une quelconque des revendications auxquelles lesdites revendications dépendantes sont liées, parce que ces caractéristiques sont illustrées dans les documents de l'état antérieur comme suit:

Revendication 2: connue de D1-D6;

Revendication 3: connue de D1-D5;

Revendication 4: connue de D1-D6;

Revendication 5: connue de D1-D3, D6;

Revendication 6: connue de D1, D2, D4;

Revendication 7: connue de D1-D5;

Revendication 8: connue de D1-D6;

Revendication 9: connue de D1, D6;

Revendications 10-18: connues de D1-D6;

Ad point VII

Certaines irrégularités relevées dans la demande

La description ne mentionne pas l'état de la technique pertinent qui est divulgué dans D1-D6 et ne cite pas ces documents.