



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
28.09.2011 Bulletin 2011/39

(51) Int Cl.:
F01D 5/34 (2006.01) **F01D 5/30 (2006.01)**
F01D 5/06 (2006.01) **F04D 29/32 (2006.01)**
F04D 29/34 (2006.01) **B23P 15/00 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **10156427.6**

(22) Date de dépôt: **12.03.2010**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(72) Inventeur: **Wlasowski, Michel**
4800, Verviers (BE)

(71) Demandeur: **Techspace Aero S.A.**
4041 Herstal (Milmort) (BE)

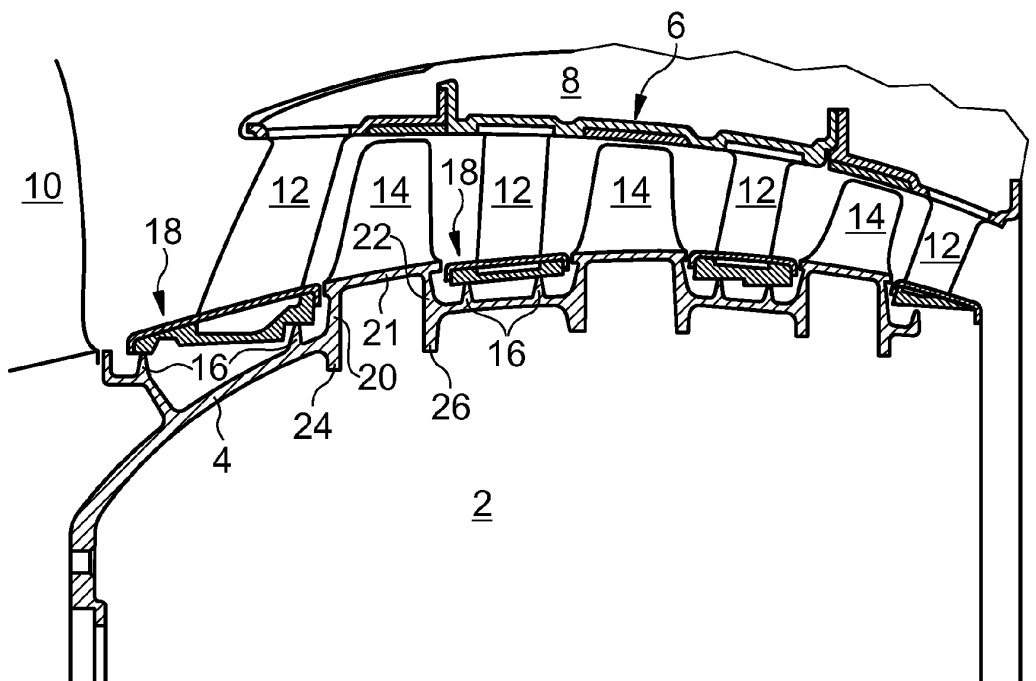
(74) Mandataire: **Lecomte, Didier**
Lecomte & Partners Sàrl
P.O. Box 1623
1016 Luxembourg (LU)

(54) **Tambour multi-étage monobloc allégé de compresseur axial**

(57) L'invention a trait à un étage rotorique d'un tambour (2) de compresseur de turbomachine axiale. L'étage rotorique comprend une paroi (4) symétrique en rotation autour de l'axe de rotation. La paroi (4) comprend un voile définissant la forme générale du tambour et une zone annulaire (20, 21, 22) destinée à supporter une rangée d'aubes (14), ladite zone étant formée intégralement avec le voile. Cette zone a une forme particulière en ce qu'elle présente une surface extérieure délimitant la veine fluide, qui est surélevée par rapport au voile. Cette

zone présente une section en forme de « U » dont la partie ouverte est dirigée vers l'axe de rotation. La zone annulaire comprend deux parties de paroi, une amont (20) et une aval (22), assurant la liaison avec le voile et servant de raidisseurs. Elles sont préférentiellement perpendiculaires à l'axe de rotation ou encore inclinées par rapport à la perpendiculaire. La jonction de chaque partie de paroi amont (20) et aval (22) avec la partie centrale (21) de la zone support est à la distance du bord correspondant de la partie centrale (21), de manière à éviter certaines concentrations de contraintes.

FIG 1



Description

Domaine technique

[0001] L'invention a trait à un tambour de compresseur de turbomachine axiale, plus particulièrement à un étage rotorique d'un tel compresseur, sachant que le tambour peut être constitué d'un assemblage de plusieurs parties correspondant à différents étages rotoriques.

[0002] Plus particulièrement encore, l'invention a trait à des mesures de construction d'un tambour de compresseur de turbomachine axiale, ces mesures étant destinées notamment à alléger le tambour.

Technique antérieure

[0003] D'une manière générale, un tambour de compresseur est un corps creux généralement symétrique en révolution par rapport à son axe de rotation qui correspond à l'axe de la turbomachine. Le corps creux a une forme générale d'ovale ou d'ogive selon la forme de l'écoulement. Plusieurs rangées d'aubes sont fixées au tambour de manière à former différents étage rotoriques, sachant que chaque étage rotorique coopère avec un étage statorique constitué d'une rangée d'aubes statoriques, chaque paire d'étages rotorique et statorique formant ainsi un étage de compression du compresseur.

[0004] Les efforts centrifuges exercés par les aubes rotoriques sur le tambour sont très élevés, en particulier lorsque le tambour est de grand diamètre et/ou à grande vitesse de rotation. Il est un souci constant pour les designers de compresseurs d'assurer une tenue mécanique satisfaisante du tambour et des aubes tout en veillant à alléger le tambour au maximum.

[0005] Un design classique est notamment divulgué au document de brevet US 4,784,572. Le tambour est constitué d'un voile généralement lisse, à l'exception des léchettes destinées à coopérer avec de la matière abradable des viroles statoriques. Il est pourvu de renforts sur sa face intérieure à hauteur des aubes rotoriques. Ces renforts font partie intégrante du tambour et sont sous forme de nervures internes dont l'épaisseur est plus importante au niveau de leurs extrémités dirigées vers l'intérieur du tambour. Ces renforts sont communément appelés « poireaux » en raison de leur forme. Ces renforts alourdissent sensiblement le tambour en raison de leur massivité. Cette dernière est le résultat d'un optimum entre deux tendances, à savoir celle d'ajouter de la matière afin d'augmenter la raideur du tambour et celle de limiter l'ajout de matière sur le tambour en raison des forces centrifuges et sachant que cet ajout de matière est d'autant plus pénalisant que la matière est éloignée de l'axe de rotation. Les aubes rotoriques sont équipées d'une série de nervures circulaires destinées à être soudées par diffusion à la surface extérieure du voile du tambour. Ces nervures participent à la raideur du tambour. Elles permettent également de mettre les aubes rotoriques à niveau avec les aubes statoriques. La construc-

tion proposée dans ce document est intéressante d'un point de vue raideur mais impose toutefois une massivité importante qui est pénalisante notamment pour le poids en soi du compresseur.

[0006] Le document de brevet GB 2 059 819 A divulgue un tambour de compresseur et tente de proposer une construction de tambour allégé. Le tambour consiste essentiellement en une série de tronçons assemblée par diffusion. Le tambour comprend un voile pourvu de nervures internes au droit des emplacements du voile destinés à recevoir les aubes rotoriques. Le voile comprend sur sa surface extérieure une paire de nervures à chaque tronçon destiné à recevoir une rangée d'aubes. Cette paire de nervures forme un réceptacle de section en U destiné à recevoir le pied d'une aube spécialement dessiné pour coopérer avec ce réceptacle. La fixation se fait par insertion d'une goupille ou broche au travers des ailes du U et des ailes du pied de l'aube. Cette construction procure certes une rigidité intéressante mais elle impose certaines tolérances géométriques au niveau de l'emmanchement du pied d'aube et du réceptacle ainsi qu'une masse importante, notamment en raison des nervures et de la broche de liaison.

[0007] Une demande de brevet européen n° 08172923.0 déposée par le déposant de la présente demande, et non encore publiée divulgue un tambour de compresseur allégé comprenant, outre le voile, une série de tronçons destinés à recevoir, chacun, une rangée d'aubes rotoriques, ces tronçons étant surélevés par rapport au voile. La surface extérieure de ces tronçons délimitant la veine fluide est pourvue d'une série d'ouvertures, chacun de ces trous étant destiné à recevoir une plateforme d'aube. La plateforme est alors soudée à la paroi. Ces trous s'étendent longitudinalement sur la quasi-totalité de la surface délimitant la veine fluide aérodynamique. Ces trous pratiqués dans le tronçon de paroi sont défavorables car ils la déforcent partiellement.

[0008] L'invention a pour objectif de proposer un étage rotorique de tambour ou un tambour palliant au moins un des inconvénients sus mentionnés, plus particulièrement l'invention a pour objectif de proposer un tambour allégé.

Résumé de l'invention

[0009] L'invention consiste en un étage rotorique de tambour de compresseur de turbomachine axiale, ledit compresseur étant destiné à être traversé par une veine fluide dans une direction orientée généralement selon l'axe de rotation, l'étage rotorique comprenant une paroi généralement symétrique en révolution par rapport à l'axe de rotation et formant un corps creux, ladite paroi comprenant un voile et une zone annulaire destinée à supporter une rangée d'aubes et intégralement formée avec le voile; chacune desdites aubes ayant un bord d'attaque et un bord de fuite; remarquable en ce que ladite zone annulaire comprend une partie centrale surélevée par rapport audit voile, dont la surface extérieure délimite

la veine fluide entre les aubes et est d'un seul tenant et formée intégralement sur le pourtour de ladite zone annulaire depuis un bord amont de ladite partie centrale jusqu'au bord d'attaque de la rangée d'aubes et/ou depuis un bord aval de ladite partie centrale jusqu'au bord de fuite de la rangée d'aubes.

[0010] Cette construction permet d'obtenir un tambour rigidifié et allégé. En effet, le fait de surélever la zone de support des aubes crée un bossage ou demi-caisson au niveau de la paroi sous la rangée d'aube, c'est-à-dire exactement là où les efforts sont les plus grands. De plus, le fait de prévoir une surface continue au niveau de la partie centrale délimitant la veine fluide évite de déformer le bossage ainsi créé. En comparaison avec l'état de la technique, cette construction remplace les attaches classiques comme les brochages et alvéoles, ainsi que les « poireaux » massifs par une forme particulière de la paroi au niveau de la zone destinée à supporter les aubes. La surface intérieure du bossage ou demi-caisson est préférentiellement libre de nervure, par exemple du type « poireau » servant uniquement de renfort et ajoutant de la massivité. Les aubes peuvent être formées intégralement avec le rotor ou encore être soudée sur la surface en question. Alternativement, une partie inférieure des aubes peut être formée intégralement avec le rotor, la partie restante des aubes étant ensuite soudée à cette partie.

[0011] Les caractéristiques selon lesquelles la partie centrale est d'un seul tenant et formée intégralement sur le pourtour de ladite zone annulaire depuis un bord amont de ladite partie centrale jusqu'au bord d'attaque de la rangée d'aubes et/ou depuis un bord aval de ladite partie centrale jusqu'au bord de fuite de la rangée d'aubes sont certes intéressantes mais non essentielles. Elles permettent cependant de distinguer l'invention de l'enseignement de la demande de brevet européen non encore publiée qui sera potentiellement interférente.

[0012] Selon un mode avantageux de l'invention, la surface extérieure de la partie centrale de la zone annulaire est généralement lisse, préférentiellement généralement cylindrique, conique ou de forme bombée sur de la longueur de ladite surface selon l'axe de rotation.

[0013] Une pareille construction de la surface extérieure de la partie centrale présente l'avantage de garantir une bonne aérodynamique.

[0014] Selon un autre mode avantageux de l'invention, au moins une partie, préférentiellement la totalité, de chaque aube est intégralement formée avec la zone annulaire. Alternativement les aubes peuvent être soudées à leur base à la zone annulaire. Différentes configurations de liaison par soudure sont possibles, avec ou sans plate-forme intégralement formée avec l'aube.

[0015] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la zone annulaire comprend au moins une partie raidisseur généralement perpendiculaire à l'axe de rotation ou inclinée, préférentiellement selon un angle moyen de plus de 40° avec l'axe de rotation, reliant la partie centrale au voile. Ce raidisseur peut être une simple ner-

vure émanant du voile et rejoignant la zone support. En fonction de divers paramètres de dimensionnement, il est possible de ne prévoir qu'une seule partie raidisseur centrale pour une rangée d'aubes, assurant la liaison entre le voile et la zone annulaire. Dans ce cas, la partie raidisseur pourrait avoir une forme de nervure généralement perpendiculaire à l'axe de rotation et la zone annulaire aurait une forme de bandage. Le voile serait libre de raidisseur sur sa face interne au droit du raidisseur.

[0016] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la zone annulaire comprend une partie raidisseur amont reliant la partie centrale au voile en amont et une partie raidisseur aval reliant la partie centrale au voile en aval. La présence de deux raidisseurs assurant la liaison de la partie centrale au voile assure une stabilité optimale de la zone annulaire support des aubes.

[0017] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la ou au moins une des parties raidisseur est généralement perpendiculaire à l'axe de rotation ou inclinée selon un angle moyen de plus de 40° avec l'axe de rotation, préférentiellement selon un angle moyen de plus de 50°. L'inclinaison d'une ou des deux parties raidisseur permet de modifier la raideur longitudinale du tambour et, partant, la dynamique longitudinale du tambour. Cette mesure peut ainsi permettre de bien contrôler les modes vibratoires en relation avec les jeux fonctionnels entre les éléments rotoriques et statoriques.

[0018] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la surface intérieure de la partie centrale et des parties amont et aval de la zone annulaire forme une cavité annulaire ouverte vers l'intérieur du corps creux de l'étage rotorique. Cette mesure définit une forme optimale de bossage assurant un renforcement tout en minimisant l'apport de matière.

[0019] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la section de la zone annulaire dans un plan passant par l'axe de rotation présente un profil en forme générale de U dont l'ouverture est dirigée vers l'axe de rotation.

[0020] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la ou au moins une des parties raidisseurs est en saillie du voile vers l'intérieur du corps creux. Ces parties en saillie augmentent de manière intéressante la raideur des parties raidisseurs.

[0021] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la jonction de la partie raidisseur amont avec la partie centrale de la zone annulaire est approximativement à l'aplomb, selon une direction perpendiculaire à l'axe de rotation, de l'intersection du bord d'attaque de la rangée d'aubes avec ladite partie centrale et/ou la jonction de la partie raidisseur aval avec la partie centrale de ladite zone annulaire est approximativement à l'aplomb, selon une direction perpendiculaire à l'axe de rotation, de l'intersection du bord de fuite de la rangée d'aubes avec ladite partie centrale. Cet agencement permet d'optimiser la reprise des contraintes exercées par les aubes en rotation.

[0022] Selon un encore autre mode avantageux de l'in-

vention, la jonction de la partie raidisseur amont et/ou aval avec la partie centrale de la zone support est en retrait du bord amont et/ou aval, respectivement, de ladite partie centrale, de manière ce que le bord amont et/ou aval de ladite partie centrale soit en saillie. Le fait que les parties de liaison soient légèrement en retrait des bords respectifs de la partie centrale permet de limiter certaines concentrations de contraintes dans l'aube.

[0023] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la jonction de la partie raidisseur amont avec la partie centrale de la zone annulaire est en retrait en aval de l'intersection du bord d'attaque de la rangée d'aubes avec ladite partie centrale et/ou la jonction de la partie raidisseur aval avec la partie centrale de ladite zone est en retrait en amont de l'intersection du bord de fuite de la rangée d'aubes avec ladite partie centrale.

[0024] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la partie centrale s'étend selon l'axe de rotation depuis le bord d'attaque jusqu'au bord de fuite de la rangée d'aube.

[0025] Selon un encore autre mode avantageux de l'invention, la partie centrale s'étend selon l'axe de rotation, préférentiellement exclusivement, depuis un congé de raccordement du bord d'attaque jusqu'à un congé de raccordement du bord de fuite de la rangée d'aube.

[0026] L'invention consiste également en un tambour de compresseur de turbomachine axiale comprenant au moins un étage, préférentiellement plusieurs étages, tels que définis ci-avant.

[0027] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention seront mieux compris à l'aide de la description et des dessins.

Brève description des dessins

[0028] La figure 1 est une vue en coupe partielle d'un compresseur comprenant un tambour avec plusieurs étages rotoriques conformes à l'invention.

[0029] La figure 2 est une vue en coupe partielle d'une première alternative d'étage rotorique conforme à l'invention.

[0030] La figure 3 est une vue en coupe partielle d'une deuxième alternative d'étage rotorique conforme à l'invention.

[0031] La figure 4 est une vue en coupe partielle d'une troisième alternative d'étage rotorique conforme à l'invention.

[0032] La figure 5 est une vue en coupe partielle d'une quatrième alternative d'étage rotorique conforme à l'invention.

[0033] La figure 6 est une vue en coupe partielle d'une cinquième alternative d'étage rotorique conforme à l'invention.

Description des modes de réalisation

[0034] Un compresseur comprenant un tambour ou rotor selon l'invention est illustré à la figure 1. Il s'agit d'une

vue en coupe du rotor 2 et du stator 8. Le tambour 2 est constitué d'une paroi 4 généralement symétrique en rotation autour de l'axe de rotation, la paroi 4 formant ainsi un corps creux en forme d'ovale ou ogive. La paroi 4 comprend un voile définissant la forme générale du tambour. Pour des raisons de simplicité de l'illustration, la figure 1 ne montre que la moitié supérieure de l'ensemble rotor 2 et stator, sachant que l'autre moitié inférieure est symétrique à la moitié supérieure par rapport à l'axe de rotation. Il en va de même pour le stator 8. Le stator 8 et le rotor 2 définissent un passage annulaire pour une veine fluide d'air à déplacer et comprimer de la gauche vers la droite selon la représentation à la figure 1. A cet effet, le rotor 2 comprend une soufflante 10 (partiellement représentée à l'extrême gauche de la figure) et trois rangées parallèles d'aubes 14. Ces aubes 14 sont rigide-
ment fixées au tambour 2 et donc tournent avec lui. Des rangées d'aubes redresseurs 12 sont disposées entre les rangées d'aubes 14 rotoriques. Ces aubes redresseurs 12 sont rigidement fixées à leurs extrémités supérieures à la paroi 6 du stator 8. Chaque rangée d'aubes fixes 12 constitue une grille redresseur ayant pour fonction de redresser l'écoulement fluide provenant de la rangée d'aubes rotoriques 14 directement en amont. Une rangée d'aubes du rotor combinée à une rangée d'aubes du stator directement en aval constitue un étage du compresseur. Dans le cas de la figure 1 par exemple, le compresseur comporte trois étages. Une rangée d'aubes statoriques est présente entre la soufflante 10 et la première rangée d'aubes rotoriques 14. Cette rangée d'aubes redresse l'écoulement fluide généré par la soufflante 10.

[0035] Comme on peut le voir à la figure 1, les aubes redresseurs 12 sont fixées à des viroles extérieures formant la paroi 6 du stator 8. Les extrémités inférieures des aubes de chaque rangée du stator sont encastrées dans une virole intérieure 18, respectivement. Chaque virole intérieure 18 est dimensionnée de sorte à lier les aubes du stator entre elles et à coopérer de manière étanche avec le rotor 2. En effet, chaque virole comporte sur sa face interne un matériau friable plus couramment désigné par le terme anglais « *abradable* » qui a, comme son nom l'indique, la capacité à laisser creuser un chemin formant un labyrinthe lors de friction avec les lèchettes 16 du voile du rotor. Ces lèchettes 16 sont des nervures circulaires prévues sur la surface extérieure du rotor 2 en regard des viroles intérieures 18, respectivement. Ces nervures s'étendent dans un plan généralement perpendiculaire à l'axe de rotation du rotor et présentent un bord extérieur en forme de pointe en vue de pouvoir entrer en contact avec le matériau abradable pour assurer une certaine étanchéité tout en minimisant la surface de contact et donc les forces de frottement.

[0036] Le rotor ou tambour représenté à la figure 1 est monobloc, à savoir que sa paroi 4 est formée d'un seul tenant. Les aubes rotoriques 14, du moins leurs pieds ou parties basses sont également formées intégralement avec la paroi 4. Bien que cela ne soit pas visible sur la figure, les aubes rotoriques peuvent être constituées,

chacune, d'une partie basse intégralement formée avec le rotor et une partie haute qui est fixée à la partie basse, préférentiellement par tout procédé classique de liaison tel que la soudure. La paroi 4 du rotor est en matériau métallique comme par exemple du titane. Elle est initialement mise à forme de manière grossière par opération de forgeage pour être ensuite usinée. La paroi 4 comprend un voile définissant la forme générale cylindrique bombée ou encore d'ovale ou d'ogive, et supportant les léschettes 16. Outre le voile, la paroi comprend également des zones destinées à supporter les aubes rotoriques. Ces zones présentent une géométrie particulière destinées à optimiser la raideur du rotor ainsi que sa masse.

[0037] Le rotor comprend ainsi trois de ces zones construites de manière similaire. La zone support de la première rangées d'aubes rotoriques va ainsi être décrite plus en détails, sachant que cette description s'applique également aux autres étages du rotor.

[0038] La zone support de la paroi 4 est de forme annulaire et constituée essentiellement de deux parties 20 et 22 de paroi sous forme de nervures généralement perpendiculaires à l'axe de rotation et d'une partie centrale 21 supportant la rangée d'aubes. La partie centrale 21 est ainsi surélevée par rapport à la paroi avoisinante formant le voile. Cette surélévation dans une direction généralement perpendiculaire à l'axe de rotation et orientée vers l'extérieur du corps creux permet à la surface extérieure de la partie centrale 21 d'être au niveau des surfaces des viroles intérieures avoisinantes 18 délimitant la veine fluide. Ces surfaces des viroles intérieures sont en effet à distance du voile en raison de la hauteur des léschettes et de l'épaisseur nécessaire de la virole. Les surfaces des viroles intérieures et des parties centrales 21 des zones annulaires, qui délimitent la veine fluide sont ainsi généralement compensées et alignées de manière à assurer un écoulement le moins perturbé possible.

[0039] La partie centrale 21 de la zone support annulaire est généralement de section généralement droite ou légèrement courbée de manière à correspondre à la forme générale de la veine fluide du rotor. Cette partie centrale présente une forme généralement annulaire avec les pieds d'aubes intégralement formés avec elle. Elle présente une longueur, selon une direction longitudinale, qui correspond essentiellement à la largeur dans cette direction des pieds d'aube avec leurs congés de raccordement. La partie centrale 21 constitue ainsi une plateforme généralement annulaire pour la rangée d'aube. Les parties latérales amont 20 et aval 22 sous forme de nervures relient cette plateforme au reste du voile. La zone annulaire support des aubes forme ainsi une cavité annulaire à l'intérieur du corps creux et ouverte vers ce dernier, en direction de l'axe de rotation. La section de la zone annulaire dans un plan passant par l'axe de rotation présente un profil généralement en « U » dont l'ouverture est dirigée vers l'axe de rotation.

[0040] Les jonctions des parties latérales amont 20 et aval 22 avec la partie centrale sont telles qu'elles sont à

distance des extrémités respectives de la plateforme formée par la partie centrale. La jonction de la partie amont 20 avec la partie centrale 21 est approximativement à l'aplomb (selon une perpendiculaire à l'axe de rotation) du bord d'attaque de l'aube, plus précisément à l'aplomb de l'intersection de la prolongation du bord d'attaque de l'aube avec la plateforme. Il en va de même pour la partie de paroi aval avec le bord de fuite de l'aube. La plateforme formée par la partie centrale présente ainsi un bord en saillie côté amont et pareillement un bord en saillie côté aval. Cette construction permet d'optimiser la reprise des efforts centrifuges exercés par les aubes. En effet, la massivité des aubes est présente sur toute leur largeur, si bien que le fait de prévoir la retenue de la plateforme à distance de ses bords amont et aval permet d'éviter une concentration de contraintes défavorable au niveau du congé de raccordement. De plus, ces mesures de constructions ménagent une certaine place entre le bord amont et le voile, et pareillement entre le bord aval et le voile, cette place permettant de rapprocher les rangées d'aubes rotoriques et statoriques, respectivement, ce qui allège considérable le poids total du compresseur.

[0041] Les parties de paroi amont 20 et aval 22 de la zone annulaire sont en saillie du voile vers l'intérieur du corps creux, formant ainsi des nervures 24 et 26 internes au corps creux. Elles contribuent au renforcement du rotor et présentent l'avantage que leur massivité est quelque peu en retrait du voile et donc plus proche de l'axe de rotation.

[0042] Il est à noter que les pieds d'aubes ne doivent pas nécessairement être intégralement formés avec le rotor. En effet, il est tout-à-fait envisageable de prévoir la zone support lisse, éventuellement pourvue d'un orifice destiné à assurer ou renforcer la fixation des aubes par la suite. Les aubes peuvent en effet être simplement soudées à leurs pieds à la zone support, à fleur de la surface extérieure de la partie centrale 21. Les aubes peuvent également présenter à leurs pieds une surface assimilable à une plateforme de fixation destinée à être insérée dans un orifice correspondant de la zone annulaire pour y être ensuite soudée. Dans ce cas, cette plateforme serait idéalement de taille réduite, à savoir essentiellement centrée sur l'aube et à distance des bords d'attaque et de fuite.

[0043] Il est également à noter que la paroi du rotor ne doit pas nécessairement être construite en une seule pièce. En effet, il peut même être souhaitable de prévoir plusieurs tronçons destinés à être assemblés. Une telle construction permet de faire un gain substantiel de matière à usiner car elle permet une première mise à forme par forgeage qui sera sensiblement plus proche de la forme définitive. Il en résulte une diminution de perte de matière enlevée par usinage ainsi qu'une diminution du temps d'usinage.

[0044] La figure 2 illustre une première alternative de construction d'une zone annulaire support du rotor. La flèche indique la direction d'écoulement du fluide. Cette première alternative diffère de la construction présente

aux différents étages du rotor de la figure 1 essentiellement en ce que les parties latérales amont 20 et aval 22 sont reliées au voile par des arrondis et ne sont ainsi plus en saillie du voile vers l'intérieur corps creux. Les arrondis de paroi présentent l'avantage de réduire les concentrations de contraintes au niveau des jonctions entre les parties latérales et le voile. Cette diminution de concentration de contraintes permet de s'acquitter des nervures internes présentent au design de la figure 1. Les jonctions des parties de paroi latérales amont 20 et aval 22 avec la plateforme ou partie centrale 21 sont à distances des bords amont 30 et aval 32 respectifs, et légèrement en retrait vers l'intérieur de la cavité formée de l'aplomb des bords d'attaque 27 et de fuite 28, respectivement.

[0045] La figure 3 illustre une deuxième alternative de construction d'une zone annulaire support d'aubes du rotor. La flèche indique la direction d'écoulement du fluide. Cette alternative se distingue de la construction de la figure 1 essentiellement en ce que les parties de paroi latérales amont 20 et aval 22 sont inclinées par rapport à une perpendiculaire à l'axe de rotation. Cette inclinaison présente l'avantage de pouvoir contrôler la raideur du tambour selon son axe de rotation tout en jouissant des avantages de la construction de la figure 1. Le rotor peut effectivement être sujet à une dynamique vibratoire longitudinale, en raison de certains modes vibratoires selon cette direction. Le fait d'incliner l'une ou l'autre des parties latérales de paroi au niveau de la zone support permet de conserver une raideur longitudinale suffisante. Cette mesure est d'autant plus utile que le jeu mécanique entre le bord amont 30 ou aval 32 et le bord adjacent de la virole interne est réduit.

[0046] La figure 4 est une troisième alternative de construction d'une zone annulaire support d'aubes du rotor. La flèche indique la direction d'écoulement du fluide. Elle est essentiellement une combinaison des designs des figures 2 et 3, à savoir avec la particularité que les parties latérales amont 20 et aval 22 sont inclinées comme à la figure 3 et sont reliées au voile par des tronçons arrondis comme à la figure 2. Cette construction présente par conséquent les avantages combinés des réalisations des figures 2 et 3.

[0047] La figure 5 illustre une quatrième alternative de construction d'une zone annulaire support d'aubes du rotor. La flèche indique la direction d'écoulement du fluide. Cette alternative correspond à la construction de la figure 4 avec toutefois pour différence qu'une des parties latérales, par exemple la partie aval 22, est généralement perpendiculaire à l'axe de rotation et non pas inclinée. Dans ce cas précis, la partie latérale aval 22 ne présente pas de liaison au voile. Cette construction peut être intéressante pour la dernière rangée d'aube. Elle permet de maintenir une rigidité aux efforts radiaux importante tout en assurant une rigidité longitudinale nécessaire.

[0048] La figure 6 illustre une cinquième alternative de construction d'une zone support d'aubes du rotor. La flèche indique la direction d'écoulement du fluide. Cette alternative s'apparente aux constructions illustrées à la fi-

gure 1 où toutefois les nervures internes 24 et 26 ne sont plus en saillie vers l'axe de rotation mais bien maintenant l'une vers l'autre, c'est-à-dire dans une direction longitudinale.

[0049] Il est important de noter que les différentes constructions alternatives des zones support d'aubes du rotor sont purement exemplatives et non limitatives. Il existe donc d'autres constructions similaires conformes à l'invention.

[0050] De plus, il est à noter que chaque étage rotorique pourra avoir une construction de la zone annulaire support des aubes qui lui sera spécifique en fonction de divers paramètres de dimensionnement.

[0051] Dans la description de l'invention qui a été fait ci-avant, la paroi constituant le voile et la zone annulaire support d'un étage rotorique est prévue d'un seul tenant. Bien que ce mode de réalisation semble être le plus pratique à ce jour, il est à noter que l'invention pourrait prévoir que la paroi de l'étage rotorique soit composée de plusieurs tronçons de paroi assemblés par exemple par soudage.

Revendications

1. Etage rotorique de tambour de compresseur de turbomachine axiale, ledit compresseur étant destiné à être traversé par une veine fluide dans une direction orientée généralement selon l'axe de rotation, l'étage rotorique comprenant une paroi (4) généralement symétrique en révolution par rapport à l'axe de rotation et formant un corps creux, ladite paroi comprenant un voile et une zone annulaire (20, 21, 22) destinée à supporter une rangée d'aubes (14) et intégralement formée avec le voile; chacune desdites aube ayant un bord d'attaque (26) et un bord de fuite (28) ;

caractérisé en ce que

ladite zone annulaire comprend une partie centrale (21) surélevée par rapport audit voile, dont la surface extérieure délimite la veine fluide entre les aubes (14) et est d'un seul tenant sur le pourtour de ladite zone annulaire depuis un bord amont (30) de ladite partie centrale (21) jusqu'au bord d'attaque (26) de la rangée d'aubes (14) et/ou depuis un bord aval (32) de ladite partie centrale (21) jusqu'au bord de fuite (28) de la rangée d'aubes.

2. Etage rotorique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface extérieure de la partie centrale (21) de la zone annulaire est généralement lisse, préférentiellement généralement cylindrique, conique ou de forme bombée sur la longueur de ladite surface selon l'axe de rotation.
3. Etage rotorique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie, préférentiellement la totalité, de chaque aube

(14) est intégralement formée avec la zone annulaire (20, 21, 22) ou chaque aube (14) est soudée à ladite zone annulaire (20, 21, 22).

4. Etage rotorique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la zone annulaire comprend au moins une partie raidisseur (20, 22) généralement perpendiculaire à l'axe de rotation ou inclinée, préférentiellement selon un angle moyen de plus de 40° avec l'axe de rotation, reliant la partie centrale (21) au voile. 5
5. Etage rotorique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la zone annulaire comprend une partie raidisseur amont (20) reliant la partie centrale (21) au voile en amont et une partie raidisseur aval (22) reliant la partie centrale (21) au voile en aval. 10
6. Etage rotorique selon l'une des revendications 4 et 5, **caractérisé en ce que** la ou au moins une des parties raidisseur (20, 22) est généralement perpendiculaire à l'axe de rotation ou inclinée selon un angle moyen de plus de 40° avec l'axe de rotation, préférentiellement selon un angle moyen de plus de 50°. 15
7. Etage rotorique selon l'une des revendications 5 et 6, **caractérisé en ce que** la surface intérieure de la partie centrale (21) et des parties amont (20) et aval (22) de la zone support de la rangée d'aubes forme une cavité annulaire ouverte vers l'intérieur du corps creux de l'étage rotorique. 20
8. Etage rotorique selon l'une des revendications 5 et 7, **caractérisé en ce que** la section de la zone annulaire (20, 21, 22) dans un plan passant par l'axe de rotation présente un profil en forme générale de U dont l'ouverture est dirigée vers l'axe de rotation. 25
9. Etage rotorique selon l'une des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce que** la ou au moins une des parties raidisseurs (20, 22) est en saillie du voile vers l'intérieur du corps creux. 30
10. Etage rotorique selon l'une des revendications 5 à 9, **caractérisé en ce que** la jonction de la partie raidisseur amont (20) avec la partie centrale (21) de la zone annulaire est approximativement à l'aplomb, selon une direction perpendiculaire à l'axe de rotation, de l'intersection du bord d'attaque (27) de la rangée d'aubes avec ladite partie centrale (21) et/ou la jonction de la partie raidisseur aval (22) avec la partie centrale (21) de ladite zone annulaire est approximativement à l'aplomb, selon une direction perpendiculaire à l'axe de rotation, de l'intersection du bord de fuite (28) de la rangée d'aubes avec ladite partie centrale (21). 35
11. Etage rotorique selon l'une des revendications 5 à 10, **caractérisé en ce que** la jonction de la partie raidisseur amont (20) et/ou aval (22) avec la partie centrale (21) de la zone annulaire est en retrait du bord amont (30) et/ou aval (32), respectivement, de ladite partie centrale (21), de manière ce que le bord amont et/ou aval de ladite partie centrale soit en saillie. 40
12. Etage rotorique selon l'une des revendications 5 à 11, **caractérisé en ce que** la jonction de la partie raidisseur amont (20) avec la partie centrale (21) de la zone annulaire est en retrait en aval de l'intersection du bord d'attaque (27) de la rangée d'aubes avec ladite partie centrale (21) et/ou la jonction de la partie raidisseur aval (22) avec la partie centrale (21) de ladite zone annulaire est en retrait en amont de l'intersection du bord de fuite (28) de la rangée d'aubes avec ladite partie centrale (21). 45
13. Etage rotorique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la partie centrale (21) s'étend selon l'axe de rotation depuis le bord d'attaque (27) jusqu'au bord de fuite (28) de la rangée d'aube. 50
14. Etage rotorique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la partie centrale (21) s'étend selon l'axe de rotation, préférentiellement exclusivement, depuis un congé de raccordement du bord d'attaque (27) jusqu'à un congé de raccordement du bord de fuite (28) de la rangée d'aube. 55
15. Tambour (2) de compresseur de turbomachine axiale comprenant au moins un étage, préférentiellement plusieurs étages, selon l'un des revendications précédentes.

FIG 1

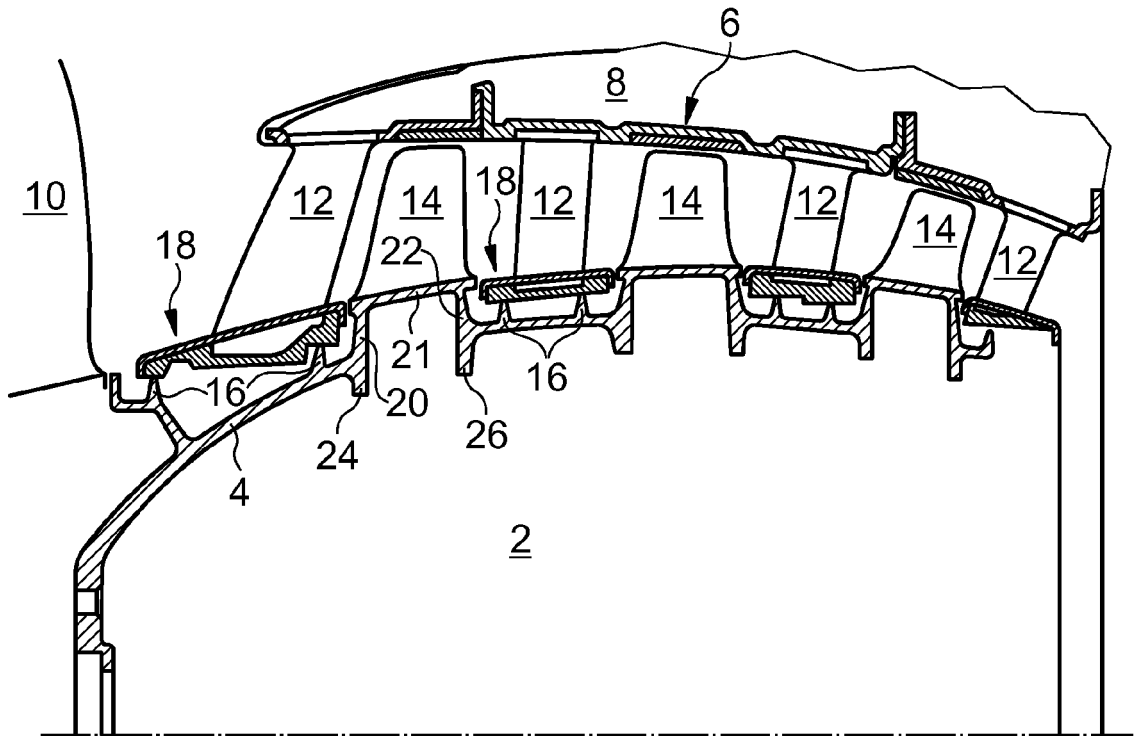


FIG 2

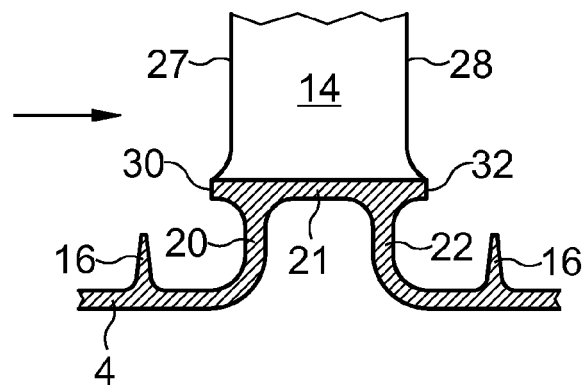


FIG 3

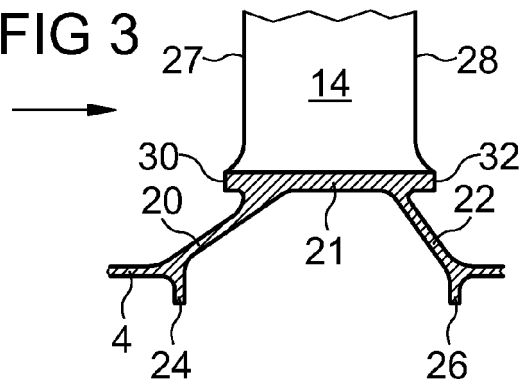


FIG 4

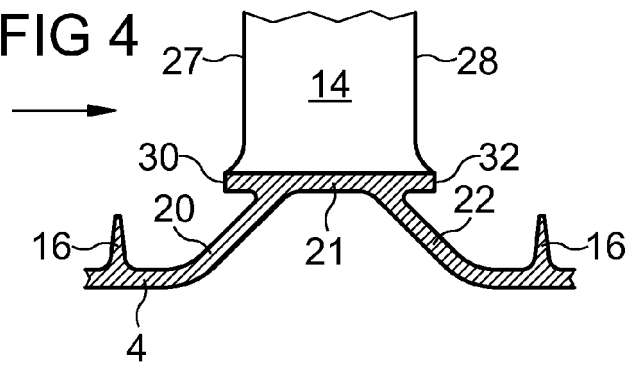


FIG 5

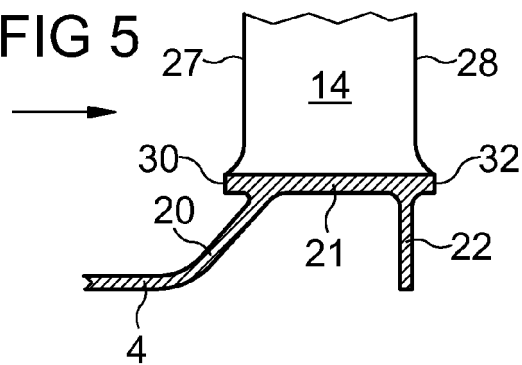
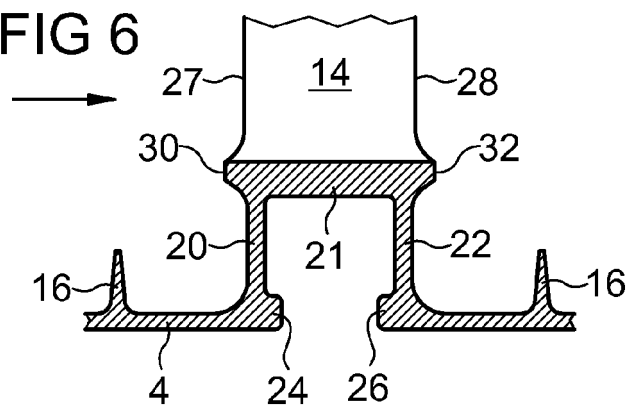


FIG 6





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 10 15 6427

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	WO 2006/110125 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]; SUCIU GABRIEL L [US]; ROBERGE GARY D [U] 19 octobre 2006 (2006-10-19)	1-6,10, 13-15	INV. F01D5/34 F01D5/30
Y	* page 2, ligne 14 - ligne 16 * * page 6, ligne 14 - ligne 19 * * figures 4-6 *	11,12	F01D5/06 F04D29/32 F04D29/34 B23P15/00
Y	----- US 2003/223873 A1 (CARRIER CHARLES WILLIAM [US]) 4 décembre 2003 (2003-12-04) * figure 1 *	11,12	
X	----- EP 1 319 842 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 18 juin 2003 (2003-06-18)	1-3, 5-10,13, 15	
Y	* figures 1-3 * -----	11,12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F01D F04D B23P B23K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 28 juin 2010	Examineur Klados, Iason
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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 intercalaire			

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 10 15 6427

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne 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.

28-06-2010

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2006110125 A2	19-10-2006	EP 1828546 A2 US 2009155079 A1	05-09-2007 18-06-2009
US 2003223873 A1	04-12-2003	AUCUN	
EP 1319842 A1	18-06-2003	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 4784572 A [0005]
- GB 2059819 A [0006]
- EP 08172923 A [0007]