(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 400 160 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
28.12.2011 Bulletin 2011/52

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

(21) Numéro de dépôt: **10166959.6**

(22) Date de dépôt: **23.06.2010**

(84) Etats contractants désignés:
AL 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
Etats d'extension désignés:
BA ME RS

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

(72) Inventeur: **Wery, Xavier**
4000, LIEGE (BE)

(74) Mandataire: **pronovem**
Office Van Malderen
Boulevard de la Sauvenière 85/043
4000 Liège (BE)

(54) **Rotor allégé de compresseur axial**

(57) La présente invention se rapporte à un étage rotorique de tambour (2) de compresseur pour turbomachine axiale comprenant une rangée d'aubes rotoriques (9) munies chacune d'une plateforme (12), et une paroi (3) généralement symétrique en révolution par rapport à l'axe de rotation de la turbomachine et formant un corps creux, ladite paroi (3) comprenant un voile et une zone support (5) surélevée par rapport au voile dans une direction orientée vers l'extérieur du corps creux, ladite zone support (5) comportant une partie centrale (8) et des parois latérales (7) reliant la partie centrale (8) au voile du tambour, ladite plateforme (12) de chacune desdites aubes (9) étant assemblée à ladite partie centrale (8) au moyen d'un ou plusieurs éléments de fixation.

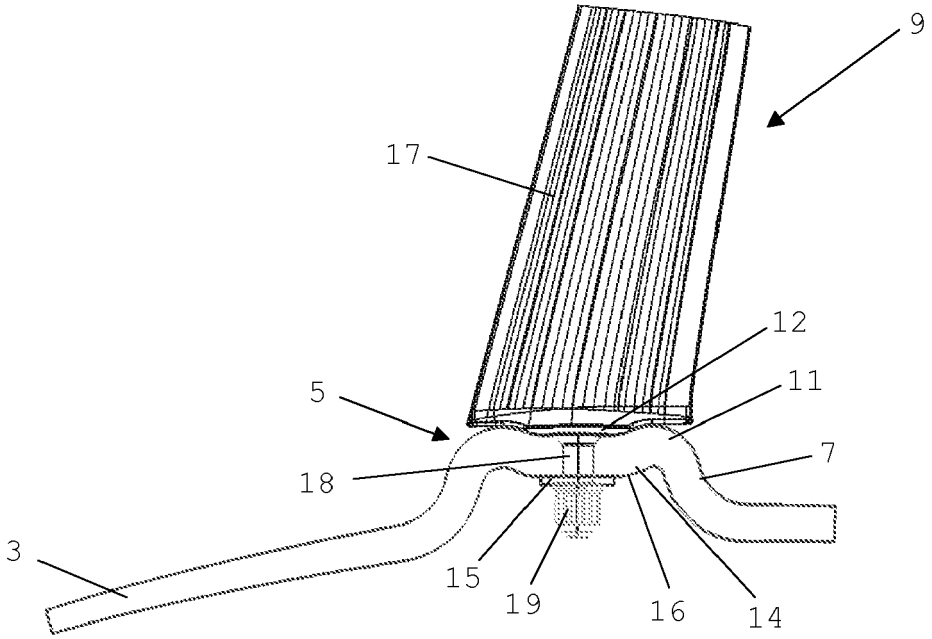

FIG.3

EP 2 400 160 A1

Description

Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte, dans le domaine des turbomachines, à un rotor de compresseur constitué d'un tambour et d'aubes fixées mécaniquement sur celui-ci.

Etat de la technique

[0002] Les compresseurs axiaux sont bien connus en soi et sont utilisés entre autres dans les turbomachines.

[0003] Ces compresseurs basse ou haute pression comportent plusieurs étages d'aubes tournantes, encore appelées aubes rotoriques, qui sont séparés par des étages redresseurs qui ont pour but de repositionner le vecteur vitesse du fluide sortant de l'étage précédent avant de l'envoyer vers l'étage suivant.

[0004] Les étages redresseurs sont constitués essentiellement d'aubes fixes, encore appelées aubes statoriques, reliant une virole extérieure à une virole intérieure, toutes deux concentriques et délimitant la zone d'écoulement d'air ou veine aérodynamique.

[0005] Les étages d'aubes rotoriques sont attachés à un tambour. D'une manière générale, un tambour de compresseur est un corps creux 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 ovale ou en ogive selon la forme de l'écoulement.

[0006] De nos jours, le tambour et les aubes rotoriques sont généralement réalisés dans un alliage de titane (TA6V) et le tambour comporte des alvéoles circonférentielles dans lesquelles les pieds des aubes sont fixés via un système de verrous. Une telle construction est illustrée à la figure 1 du document EP 1 111 246 B1.

[0007] Les architectures classiques avec alvéoles présentent cependant plusieurs inconvénients qu'on peut énumérer comme suit:

- pour éviter l'ouverture des alvéoles et ainsi garantir la tenue des aubes et la stabilité des pieds au sein des alvéoles, ces dernières doivent appartenir à des zones massives des tambours;
- les pieds des aubes qui viennent se loger dans ces alvéoles sont également massifs (40 à 50% de la masse de l'aube); il en résulte une masse centrifugée importante induisant des contraintes dans le tambour d'autant plus importantes;
- la présence d'alvéoles induit des concentrations de contraintes au bord des encoches d'introduction. Il en résulte qu'un design classique avec alvéoles embarque une quantité importante de matière dont seule une portion relativement réduite est « utile » pour la tenue mécanique;
- les pieds des aubes ont une latitude de positionnement au sein des alvéoles engendrant notamment des phénomènes d'oscillation (rocking en anglais), consommateur de jeux axiaux et radiaux.

[0008] Le document GB 1,163,752 présente une alternative au système d'attache avec alvéoles dans un rotor de machine à flux axial. L'aube comprend une pale munie d'un membre fileté qui vient s'engager dans le moyeu de rotor pour permettre la fixation de l'aube au moyeu.

Buts de l'invention

[0009] La présente invention vise à fournir une solution qui permette de s'affranchir des inconvénients de l'état de la technique.

[0010] La présente invention vise plus particulièrement à fournir une nouvelle architecture de tambour et un système d'attache original de l'aube à ce dernier.

[0011] La présente invention a aussi pour objectif de fournir un tambour débarrassé de ses alvéoles et vise ainsi à fournir une nouvelle construction du rotor permettant de réduire les consommations en jeux radiaux et axiaux.

[0012] La présente invention a également pour objectif de réaliser une nouvelle construction de rotor permettant une optimisation du choix des matériaux des différents éléments (tambour, aube) et donc une réduction de la masse très conséquente.

Résumé de l'invention

[0013] La présente invention se rapporte à un étage rotorique de tambour de compresseur pour turbomachine axiale comprenant une rangée d'aubes rotoriques munies chacune d'une plateforme, et une paroi généralement symétrique en révolution par rapport à l'axe de rotation de la turbomachine et formant un corps creux, ladite paroi comprenant un voile et une zone support surélevée par rapport au voile dans une direction orientée vers l'extérieur du corps creux, ladite zone support comportant une partie centrale et des parois latérales reliant la partie centrale au voile du tambour, ladite plateforme de chacune desdites aubes étant assemblée à ladite partie centrale au moyen d'un ou plusieurs éléments de fixation.

[0014] Selon des modes particuliers de l'invention, l'étage rotorique comporte au moins une ou une combinaison appropriée des caractéristiques suivantes:

- la partie centrale est munie, sur sa face extérieure au corps creux, d'un logement destiné à recevoir la plateforme de chacune desdites aubes rotoriques;
- ladite plateforme couvre toute la partie centrale;
- ladite plateforme comporte au moins un élément de fixation et/ou comporte au moins un orifice permettant le passage de l'élément de fixation;
- la partie centrale comporte, sur sa face intérieure au corps creux, une aire de placement d'une pièce additionnelle, aussi appelée secteur;
- la partie centrale et le secteur comportent au moins

un orifice permettant chacun le passage de l'élément de fixation;

- la partie centrale est reliée aux parois latérales par des bords arrondis, la crête des bords arrondis délimitant une veine aérodynamique, et les parois latérales sont reliées au voile du tambour par des tronçons arrondis;
- les parois latérales sont inclinées par rapport à une perpendiculaire à l'axe de rotation;
- l'aire de placement est disposée sur une partie saillante vers l'intérieur de la zone support;
- le secteur et l'aire de placement sont plans;
- le logement de la partie centrale est plan et coopère avec une surface plane de la plateforme de l'aube;
- la plateforme est de forme complémentaire à la partie centrale;
- l'élément de fixation est une attache boulonnée, un lockbolt ou un rivet;
- la tige de chaque attache boulonnée ou de chaque lockbolt ou rivet fait partie intégrante de la plateforme de l'aube rotorique;
- le secteur vient se placer en sandwich entre la partie centrale et un écrou de l'attache boulonnée ou entre la partie centrale et une bague du lockbolt ou entre la partie centrale et une partie déformée du rivet;
- les aubes rotoriques sont réalisées en aluminium MMC, pour *Metal Matrix Composite,* ou dans un alliage de titane et en ce que le tambour est réalisé dans un matériau métallique ou dans un matériau composite à matrice organique.

[0015] La présente invention se rapporte également à un tambour de compresseur pour turbomachine axiale comprenant au moins un étage rotorique tel que décrit ci-dessus.

Brève description des figures

[0016] La figure 1 représente une vue en coupe partielle d'une architecture classique de tambour de compresseur axial superposée à une vue en coupe partielle d'un tambour de compresseur axial selon une première forme de réalisation préférée de l'invention (profil en gris).

[0017] La figure 2 représente une vue tridimensionnelle d'une variante préférée de l'aube rotorique selon l'invention et de l'écrou d'assemblage.

[0018] La figure 3 représente une vue de profil de la fixation de l'aube rotorique de la figure 2 au tambour selon la première forme de réalisation préférée de l'invention.

Légende:

[0019]

1. Tambour selon l'état de la technique
2. Tambour selon l'invention
3. Paroi du tambour
4. Alvéole du tambour selon l'état de la technique
5. Zone support
6. Léchette
7. Paroi latérale de la zone support
8. Partie centrale liant les parois latérales de la zone support
9. Aube rotorique
10. Partie creuse dans la partie centrale
11. Bords arrondis encadrant la partie creuse
12. Plateforme de fixation
13. Ligne délimitant la veine aérodynamique
14. Partie saillante
15. Pièce additionnelle, aussi appelée secteur
16. Aire de placement du secteur
17. Pale de l'aube
18. Tige filetée
19. Ecrou

Description détaillée de l'invention

[0020] Deux vues respectives en coupe partielle (moitié supérieure) et axiale d'un tambour de compresseur selon l'état de la technique 1 et selon l'invention 2 (en gris) sont superposées à la figure 1. Dans l'exemple illustré, les tambours respectifs sont destinés à fixer trois étages d'aubes rotoriques (non représentées).

[0021] Les tambours 1,2 comportent une paroi 3 généralement symétrique en rotation autour d'un axe de rotation, la paroi 3 formant ainsi un corps creux en forme d'ovale ou d'ogive. La paroi 3 comprend un voile définissant la forme générale du tambour. Selon l'architecture classique, la paroi 3 comporte en outre des alvéoles 4 destinées à recevoir les pieds des aubes rotoriques. Selon la présente invention, la paroi 3 comporte à la place des alvéoles 4 des zones supports 5. Les tambours 1,2 comportent également classiquement des léchettes 6 disposées entre les étages d'aubes rotoriques et destinées à être positionnées en regard des abradables des viroles intérieures (non représentés).

[0022] L'architecture de rotor selon l'invention et telle que représentée partiellement à la figure 3 résulte de l'assemblage de quatre éléments principaux qui seront décrits ci-dessous:

- une paroi 3 de tambour comportant des zones supports 5,
- des aubes rotoriques 9 comportant chacune une plateforme 12 fixée à la zone support 5,
- des éléments de fixation assurant la fixation entre les plateformes 12 et les zones supports 5,
- et des pièces 15, appelées secteurs, assurant la reprise des efforts lors de la mise sous tension des éléments de fixation.

[0023] La zone support 5 de la paroi 3 visible aux figures 1 et 3 comporte deux parois latérales 7 et une partie centrale 8 joignant les deux parois latérales 7 et destinée à être fixée à l'aube rotorique 9. La zone support

5 forme ainsi une cavité annulaire ouverte vers l'intérieur du corps creux et surélevée par rapport à la paroi avoisinante 3 formant le voile. Selon la présente invention, les parois latérales 7 de la zone support 5 sont préférentiellement inclinées par rapport à une perpendiculaire à l'axe de rotation (direction radiale) et reliées au voile par des tronçons arrondis.

[0024] Selon une première forme de réalisation préférée de l'invention, la partie centrale 8 comporte sur sa face extérieure au corps creux, une partie creuse 10 et des bords arrondis 11 la reliant aux parois latérales 7. La partie creuse 10 sert de logement à la plateforme 12 de l'aube rotorique 9, comme cela sera décrit ci-dessous, et est préférentiellement munie d'un fond plat. Les bords arrondis 11 encadrant la partie creuse 10 se trouvent à hauteur de la ligne 13 qui délimite la veine aérodynamique (voir figure 1). Sur sa face intérieure, c.à.d. sur sa face en regard du corps creux, la partie centrale 8 comporte également des bords arrondis la reliant aux parois latérales 7 et une partie saillante 14 dirigée vers l'intérieur de la cavité annulaire formée par la zone support 5. Selon cette première forme de réalisation de l'invention, la partie saillante 14 peut être de forme sensiblement correspondante à celle de la partie creuse 10. Préférentiellement, la partie saillante 14 comporte une aire de placement 16 d'une pièce additionnelle 15, aussi appelée secteur. Toujours préférentiellement, l'aire de placement 16 et le secteur 15 sont plans.

[0025] Selon une seconde forme de réalisation de l'invention (non représentée), la partie centrale 8 est dépourvue de logement et la plateforme de l'aube recouvre toute la partie centrale. Selon cette forme de réalisation, la face intérieure de la partie centrale peut comporter une partie saillante ou en être dépourvue. Préférentiellement, la face intérieure de la partie centrale est munie d'une aire de placement du secteur. Toujours préférentiellement, l'aire de placement est plane et coopère avec un secteur également plan. Selon cette seconde forme de réalisation de l'invention, la partie centrale peut comporter sur sa face extérieure et intérieure des bords arrondis la reliant aux parois latérales.

[0026] Selon la première et seconde forme de réalisation de l'invention, un ou plusieurs orifices sont ménagés au travers de l'épaisseur de la partie centrale 8 pour permettre la fixation de chaque plateforme 12 à la partie centrale 8. Selon la première forme de réalisation de l'invention, le ou les orifices sont ménagés au travers de l'épaisseur de la partie creuse 10 de la partie centrale 8.

[0027] L'aube rotorique 9 selon l'invention comporte une pale 17 et une plateforme de fixation 12 située dans un plan sensiblement perpendiculaire à celui de la pale. Selon la première forme de réalisation de l'invention, la plateforme et la pale de l'aube sont de dimensions telles que la plateforme 12 vient se loger dans la partie creuse 10 tandis le pied de pale de l'aube repose partiellement sur les bords arrondis 11 encadrant le logement (voir figures 2 et 3). Préférentiellement, la plateforme 12 comporte une surface plane qui vient coopérer avec le fond plat de la partie creuse 10. La plateforme peut cependant revêtir d'autres formes et s'insérer dans un logement de forme complémentaire. Selon la seconde forme de réalisation de l'invention, la plateforme couvre toute la partie centrale et est préférentiellement de forme complémentaire à cette dernière.

[0028] Pour assurer la fixation de la plateforme 12 à la zone support 5, différentes variantes sont possibles. Selon une variante préférée, la plateforme 12 est munie d'une ou plusieurs tige(s) destinée(s) à être insérée(s) respectivement dans le ou les orifices ménagés à travers l'épaisseur de la partie centrale 8 et permettant la fixation de la zone support 5 à la plateforme 12 de l'aube par une ou plusieurs attaches boulonnées, un ou plusieurs lockbolts ou un ou plusieurs rivets. Préférentiellement et tel qu'illustré aux figures 2 et 3, la plateforme 12 comporte une tige filetée 18 en son centre et est attachée à la zone support 5 par une attache boulonnée. Selon une autre variante, la plateforme 12 comporte un ou plusieurs orifices destinés à recevoir ultérieurement un ou plusieurs éléments de fixation respectivement (non représenté). Selon encore une autre variante, la plateforme comporte un ou plusieurs orifices et une ou plusieurs tiges (non représenté).

[0029] Comme susmentionné et, préférentiellement, la face intérieure de la partie centrale 8 comporte une aire de placement 16 d'une pièce additionnelle 15, aussi appelée secteur. Cette pièce est munie d'un ou de plusieurs orifices destinés à être placé(s) en regard du ou des orifices ménagés à travers l'épaisseur de la partie centrale. Le secteur permet de ne pas endommager la partie centrale de la zone support lors de la mise sous tension d'assemblage du ou des éléments de fixation. Dans l'exemple illustré à la figure 3, le secteur 15 sert à reprendre les contraintes de compression lors du vissage de l'écrou 19 sur la tige filetée 18. Dans le cas d'un lockbolt, le secteur vient se placer entre la tige et la bague du lockbolt et dans le cas d'un rivet, il vient se placer entre la tige et la partie déformée du rivet.

[0030] Selon la présente invention, les aubes rotoriques sont, par exemple, réalisées dans un alliage de titane (TA6V) ou en aluminium MMC (pour *Metal Matrix* Composite). Le tambour selon l'invention est réalisé dans un matériau composite à matrice organique ou dans un matériau métallique tel que, par exemple, un alliage de titane (TA6V) conventionnel.

Avantages de l'invention

[0031] Le rotor selon l'invention est plus léger de par son architecture permettant de réduire la masse du pied de l'aube et de supprimer les alvéoles. Cette nouvelle architecture permet en outre d'introduire des matériaux nouveaux (tambour en composite, aubes en aluminium MMC) qui ne seraient pas compatibles avec un design classique et permet ainsi une réduction de masse encore plus significative.

[0032] Ce profil de tambour permet de rapprocher au

mieux le voile du tambour de la veine intérieure, réduisant ainsi au minimum la masse de l'aube comme susmentionné, masse que le tambour ne doit donc plus supporter. Ce profil de tambour permet en outre de dégager de l'espace pour les pieds des aubes statoriques et les viroles intérieures.

[0033] Ce système d'attache permet de garantir un positionnement de l'aube dans tous les cas de fonctionnement y compris à faibles vitesses de rotation et même à l'arrêt, contrairement au design classique où les aubes ont une latitude de positionnement engendrant notamment les phénomènes d'oscillation *(rocking),* consommateur de jeux axiaux et radiaux. La suppression du rocking des aubes et, en conséquence, la diminution de la consommation de jeux axiaux permet d'améliorer la compacité du booster et donc la masse totale du moteur.

[0034] L'architecture selon l'invention permet aussi de diminuer les consommations de jeux radiaux de par la disparition des masses ponctuelles que sont les verrous et les masses d'équilibrage de ceux-ci utilisées dans l'architecture classique avec alvéoles et induisant une ovalisation du tambour. La diminution de l'ovalisation du rotor permet d'améliorer les performances aéro via une réduction des jeux radiaux ainsi qu'une réduction de la variation de ceux-ci sur un même étage.

[0035] Elle permet également de faciliter l'assemblage et le contrôle des jeux par une fixation des aubes plus simple à mettre en ouvre et stable.

[0036] Elle permet aussi d'augmenter les fréquences propres du système ce qui limite les risques de phénomènes vibratoires néfastes (mode tambour, interaction rotor-stator).

[0037] L'utilisation de matériaux composites pour le tambour du rotor de compresseur permet d'optimiser l'orientation des fibres afin de maximiser la raideur circonférentielle. Il en résulte une augmentation de la tenue en durée de vie ainsi qu'une diminution de la consommation des jeux radiaux (moins de gonflement du tambour qu'avec un matériau métallique grâce à la maximisation de la raideur).

[0038] L'utilisation de matériaux composites pour le tambour permet en outre de minimiser la masse tournante du tambour, et, en conséquence, de réduire la quantité de matière nécessaire (épaisseur) sur celui-ci.

[0039] L'utilisation de matériaux composites pour le tambour permet également de réduire les coûts de fabrication grâce à une diminution très importante des besoins en matière, le rapport masse de la pièce/matière achetée étant particulièrement défavorable dans le cas d'un tambour en titane partant d'un gros forgé et nécessitant beaucoup d'usinage contrairement aux pièces composites.

[0040] La simplicité de l'assemblage permet également une réduction des temps d'assemblage et de contrôle.

[0041] Finalement, l'architecture selon l'invention donne également la possibilité d'alléger le système de la soufflante et principalement le disque de la soufflante, de par la diminution des efforts sur celui-ci provenant du tambour, grâce à l'allégement du rotor basse pression.

Revendications

1. Etage rotorique de tambour (2) de compresseur pour turbomachine axiale comprenant une rangée d'aubes rotoriques (9) munies chacune d'une plateforme (12), et une paroi (3) généralement symétrique en révolution par rapport à l'axe de rotation de la turbomachine et formant un corps creux, ladite paroi (3) comprenant un voile et une zone support (5) surélevée par rapport au voile dans une direction orientée vers l'extérieur du corps creux, ladite zone support (5) comportant une partie centrale (8) et des parois latérales (7) reliant la partie centrale (8) au voile du tambour, ladite plateforme (12) de chacune desdites aubes (9) étant assemblée à ladite partie centrale (8) au moyen d'un ou plusieurs éléments de fixation.

2. Etage rotorique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la partie centrale (8) est munie, sur sa face extérieure au corps creux, d'un logement destiné à recevoir la plateforme (12) de chacune desdites aubes rotoriques (9).

3. Etage rotorique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite plateforme (12) couvre toute la partie centrale (8) .

4. Etage rotorique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite plateforme (12) comporte au moins un élément de fixation et/ou comporte au moins un orifice permettant le passage de l'élément de fixation.

5. Etage rotorique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la partie centrale (8) comporte, sur sa face intérieure au corps creux, une aire de placement (16) d'une pièce additionnelle (15), aussi appelée secteur.

6. Etage rotorique selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la partie centrale (8) et le secteur (15) comportent au moins un orifice permettant chacun le passage de l'élément de fixation.

7. Etage rotorique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la partie centrale (8) est reliée aux parois latérales (7) par des bords arrondis (11), la crête des bords arrondis (11) délimitant une veine aérodynamique, et **en ce que** les parois latérales (7) sont reliées au voile du tambour (2) par des tronçons arrondis.

8. Etage rotorique selon l'une quelconque des reven-

dications précédentes, **caractérisé en ce que** les parois latérales (7) sont inclinées par rapport à une perpendiculaire à l'axe de rotation.

9. Etage rotorique selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'aire de placement (16) est disposée sur une partie saillante (14) vers l'intérieur de la zone support (5) .

10. Etage rotorique selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le secteur (15) et l'aire de placement (16) sont plans.

11. Etage rotorique selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le logement de la partie centrale (8) est plan et coopère avec une surface plane de la plateforme (12) de l'aube.

12. Etage rotorique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la plateforme (12) est de forme complémentaire à la partie centrale (8).

13. Etage rotorique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément de fixation est une attache boulonnée, un lockbolt ou un rivet.

14. Etage rotorique selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la tige de chaque attache boulonnée ou de chaque lockbolt ou rivet fait partie intégrante de la plateforme (12) de l'aube rotorique.

15. Etage rotorique selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le secteur (15) vient se placer en sandwich entre la partie centrale (8) et un écrou (19) de l'attache boulonnée ou entre la partie centrale (8) et une bague du lockbolt ou entre la partie centrale (8) et une partie déformée du rivet.

16. Etage rotorique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les aubes rotoriques (9) sont réalisées en aluminium MMC, pour *Metal Matrix Composite,* ou dans un alliage de titane et **en ce que** le tambour (2) est réalisé dans un matériau métallique ou dans un matériau composite à matrice organique.

17. Tambour de compresseur pour turbomachine axiale comprenant au moins un étage rotorique selon l'une quelconque des revendications précédentes.

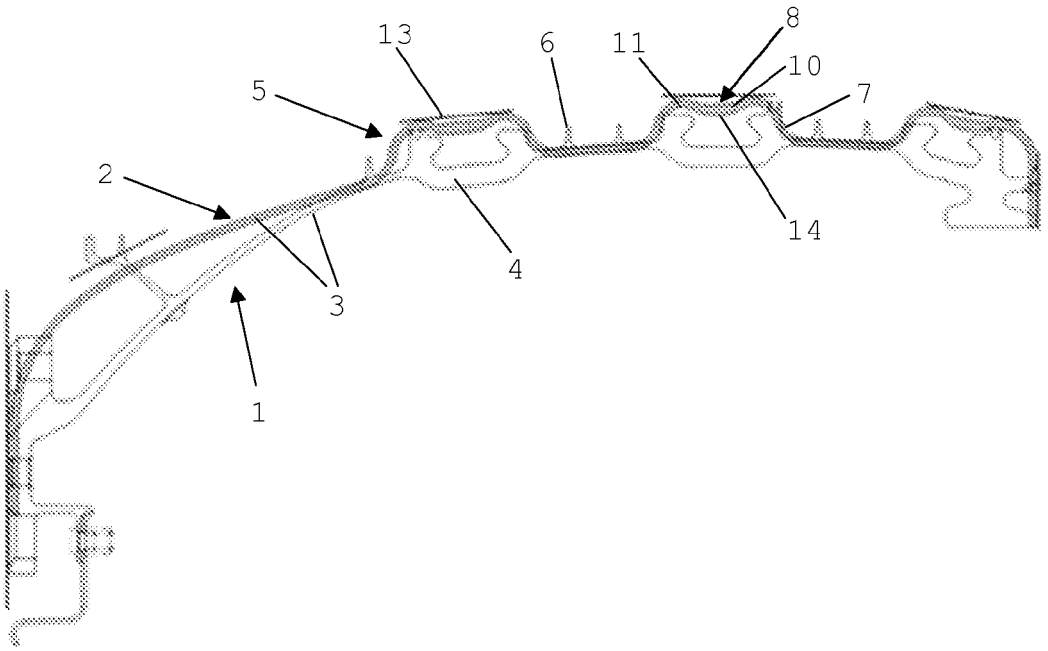

FIG.1

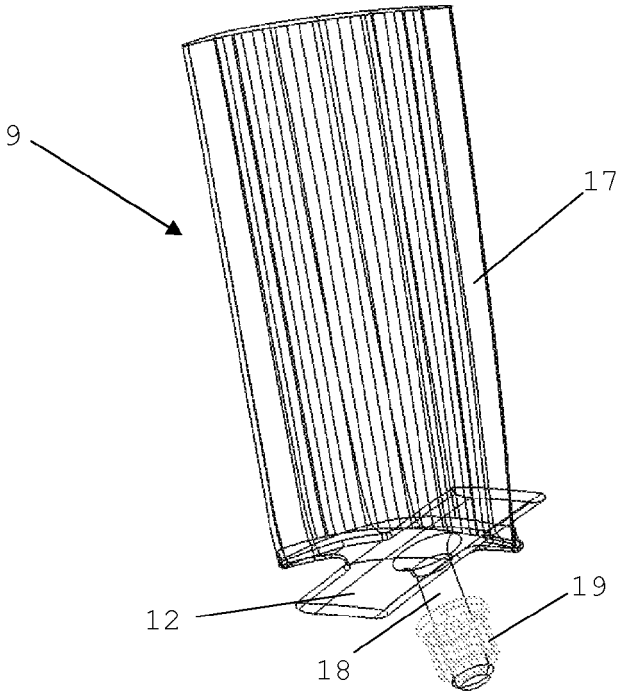

FIG.2

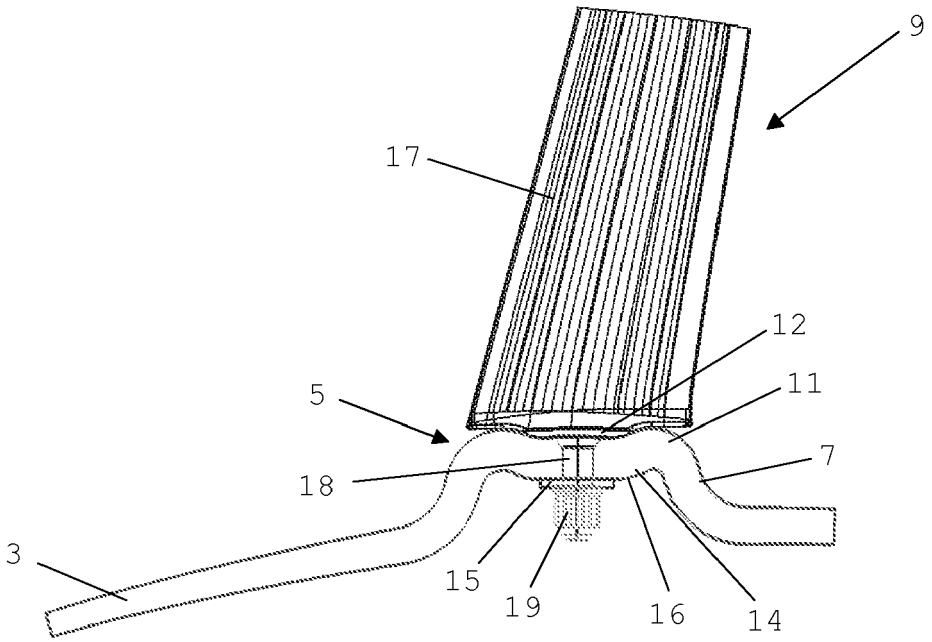

FIG.3

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 10 16 6959

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 Y	US 2 685 405 A (STALKER EDWARD A) 3 août 1954 (1954-08-03) * colonne 1, ligne 5; figures 7,8,11,12 *	1,4,7, 16,17 2,3,5,6, 8-15	INV. F04D29/32 F01D5/30 F01D5/06
Y,D	GB 1 163 752 A (EDGAR ALLEN AEREX LTD) 10 septembre 1969 (1969-09-10) * le document en entier *	2,3,5,6, 8-15	
X	GB 2 299 834 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 16 octobre 1996 (1996-10-16) * figures 2,3,4,5,6 *	1,2,4,5, 17	
X	US 3 609 059 A (WAGLE JOSEPH A) 28 septembre 1971 (1971-09-28) * colonne 1, ligne 76 - colonne 2, ligne 5; figures 1,2 *	1,3,4, 12,17	
X	US 2 477 954 A (LOUIS BLANC JACQUES JEAN) 2 août 1949 (1949-08-02) * figures 2,3 *	1,2,4-6, 11,12,17	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
X	US 2 925 250 A (THOMAS WHITEHEAD LESLIE) 16 février 1960 (1960-02-16) * figure 1 *	1	F04D F01D

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	10 novembre 2010	Brouillet, Bernard

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 intercalaire

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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 10 16 6959

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 members 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.

10-11-2010

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2685405 A	03-08-1954	AUCUN	
GB 1163752 A	10-09-1969	AUCUN	
GB 2299834 A	16-10-1996	US 5624233 A	29-04-1997
US 3609059 A	28-09-1971	CA 937507 A1	27-11-1973
		GB 1277836 A	14-06-1972
US 2477954 A	02-08-1949	AUCUN	
US 2925250 A	16-02-1960	FR 1080834 A	14-12-1954
		GB 723813 A	09-02-1955

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

- EP 1111246 B1 **[0006]**
- GB 1163752 A **[0008]**