

(19)



(11)

EP 2 078 824 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
15.07.2009 Bulletin 2009/29

(51) Int Cl.:
F01D 9/04 (2006.01) F01D 5/14 (2006.01)
F04D 29/68 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09150327.6**

(22) Date de dépôt: **09.01.2009**

(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 TR
Etats d'extension désignés:
AL BA RS

(71) Demandeur: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeur: **Routier, Pascal**
77350 Le Mee Sur Seine (FR)

(74) Mandataire: **Cardy, Sophie Marie et al**
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(30) Priorité: **10.01.2008 FR 0850120**

(54) **Aube bi-pale avec lames**

(57) L'invention concerne une aube (100) possédant un bord d'attaque (102) et un bord de fuite (103). Cette aube (100) comprend une première pale (10) possédant une face interne (15) et une face externe (14) qui s'étendent entre ledit bord d'attaque (102) et ledit bord de fuite (103), une deuxième pale (20) possédant une face interne (24) et une face externe (25) qui s'étendent entre ledit bord d'attaque (102) et ledit bord de fuite (103), et au

moins une lame (30) reliant ladite face interne (15) de la première pale (10) et ladite face interne (24) de la deuxième pale (20), ladite au moins une lame (30) s'étendant jusqu'audit bord de fuite (103), la distance (D) entre la face interne (15) de la première pale et la face interne (24) de la deuxième pale étant de l'ordre de grandeur de l'épaisseur maximale de la première (10) ou deuxième pale (20).

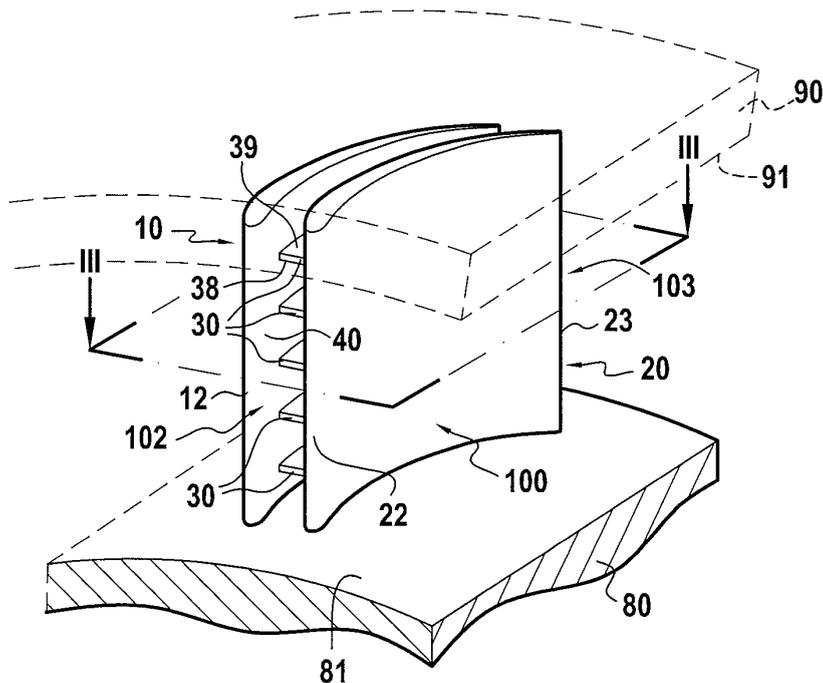


FIG.2

EP 2 078 824 A1

Description

[0001] La présente invention concerne une aube possédant un bord d'attaque et un bord de fuite.

[0002] Dans la description qui suit les termes "bord d'attaque" et "bord de fuite" sont définis par rapport au sens de circulation normal de l'air le long de l'aube.

[0003] Dans une turbomachine, l'air est comprimé par plusieurs étages d'aubes disposées axialement le long de l'axe principal P de la turbomachine, chaque étage comprenant une série d'aubes disposées le long d'une circonférence autour de cet axe principal P. Un tel étage est appelé roue aubagée. Les aubes s'étendent, depuis une plateforme circonférentielle centrée sur l'axe principal P, sensiblement radialement vers l'extérieur jusqu'à un carter annulaire. La hauteur d'une aube est la dimension radiale de cette aube, c'est-à-dire sensiblement la différence entre le rayon du carter et le rayon de la plateforme.

[0004] Comme représenté sur la figure 1, qui représente une portion d'une roue aubagée, chaque aube 1 de cette roue aubagée s'étend entre la surface radialement extérieure (paroi) 81 de la plateforme 80 et la surface radialement intérieure (paroi) 91 du carter 90. Cette aube 1, étant constituée d'une seule pale, est appelée aube monopale. L'extrémité radialement intérieure 8 de l'aube 1 est solidaire de la plateforme 80. L'extrémité radialement extérieure 9 de l'aube 1 est fixée au carter 90 s'il s'agit d'une aube fixe, et est libre s'il s'agit d'une aube mobile. La roue aubagée comprend donc cette paroi 81 de la plateforme 80, les aubes 1, et cette paroi 91 du carter 90 selon qu'il s'agit d'aubes 1 fixes ou mobiles.

[0005] Chaque aube 1 possède un bord d'attaque 2 et un bord de fuite 3, l'axe A (axe de l'aube) reliant ces deux bords étant sensiblement parallèle à l'axe principal P de la turbomachine, ou faisant un angle aigu avec cet axe principal P. Chaque aube 1 est incurvée par rapport à son axe A de telle sorte qu'une des faces reliant son bord d'attaque 2 à son bord de fuite 3 est convexe (face convexe 4), tandis que l'autre face reliant son bord d'attaque à son bord de fuite est concave (face concave 5).

[0006] Le nombre d'aubes sur une roue aubagée est un compromis entre la réduction du poids de cette roue aubagée, la résistance mécanique d'une aube (soumise à des contraintes thermiques, et à des contraintes mécaniques du fait de la rotation à grande vitesse de la roue aubagée), et le rendement aérodynamique d'une aube et en conséquence le rendement aérodynamique de la roue aubagée. La géométrie actuelle des aubes ne permet pas d'amélioration significative des performances aérodynamiques d'une roue aubagée comportant ces aubes.

[0007] L'invention vise à proposer des aubes qui possèdent un meilleur rendement aérodynamique, sans compromettre la résistance mécanique de ces aubes.

[0008] Ce but est atteint grâce au fait que l'aube comprend une première pale possédant une face interne et une face externe qui s'étendent entre le bord d'attaque

et le bord de fuite de l'aube, une deuxième pale possédant une face interne et une face externe qui s'étendent entre son bord d'attaque et son bord de fuite, et au moins une lame reliant la face interne de la première pale et la face interne de la deuxième pale, la au moins une lame s'étendant jusqu'au bord de fuite.

[0009] Grâce à ces dispositions, l'aube selon l'invention a une résistance mécanique accrue comparée à une aube constituée d'une seule pale. Cette résistance mécanique accrue autorise une réduction de l'épaisseur moyenne de chacune des pales constituant l'aube. Cette réduction d'épaisseur contribue à améliorer le rendement aérodynamique de l'aube, puisque l'écoulement naturel de l'air passant autour des pales est moins perturbé. De plus, les lames guident l'air entre les deux pales, cet air guidé contribuant lui-même à guider l'air s'écoulant le long des parois externes des deux pales au niveau du bord de fuite de l'aube, en particulier grâce au fait que les lames 30 s'étendent jusqu'au bord de fuite de l'aube. Ainsi, les turbulences de l'écoulement au niveau du bord de fuite sont minimisées. Par conséquent, le rendement aérodynamique de l'aube est encore amélioré.

[0010] Avantagement, l'aube comporte au minimum trois lames.

[0011] Ce nombre plus important de lames permet de mieux rigidifier l'aube, et de mieux guider l'air s'écoulant dans l'espace entre la première aube et la deuxième aube.

[0012] L'invention concerne également une roue aubagée comportant sur sa circonférence une série d'aubes selon l'invention.

[0013] L'amélioration du rendement aérodynamique de chacune des aubes selon l'invention (par rapport à une aube monopale), rendue possible grâce à leur géométrie, autorise un espacement plus grand des aubes entre elles le long de la circonférence de la plateforme de la roue aubagée par rapport à l'espacement entre des aubes monopale sur une roue aubagée de l'art antérieur.

Au total, malgré le fait qu'une aube individuelle selon l'invention puisse être d'un poids supérieur au poids d'une aube monopale, une roue aubagée selon l'invention peut donc être de poids égal ou inférieur à une roue aubagée munie d'aubes monopale, et avec un rendement supérieur.

[0014] L'invention sera bien comprise et ses avantages apparaîtront mieux, à la lecture de la description détaillée qui suit, d'un mode de réalisation représenté à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'aubes selon l'art antérieur,
- la figure 2 est une vue en perspective d'une aube selon l'invention,
- la figure 3 est une coupe transversale selon le plan III-III de l'aube de la figure 2,
- la figure 4 est une coupe longitudinale selon le plan

IV-IV de l'aube de la figure 3,

- la figure 5 est une coupe longitudinale d'un autre mode de réalisation de l'aube de la figure 3.

[0015] La figure 2 représente une aube 100 selon l'invention, montée sur une plateforme 80. L'aube 100 comprend une première pale 10, une deuxième pale 20, chacune de ces pales étant similaire à une aube monopale et possédant donc une face convexe, une face concave, un bord d'attaque et un bord de fuite. Ces deux pales sont alignées côte à côte de telle sorte que la face concave 15 de la première pale 10 est, sur sensiblement toute sa surface, en regard de la face convexe 24 de la deuxième pale 20. Il est ainsi défini un espace 40 entre la première pale 10 et la deuxième pale 20. La face concave 15 est donc appelée face interne 15 de la première pale 10, et la face convexe 24 est donc appelée face interne 24 de la deuxième pale 20. La face convexe 14 de la première pale 10 et la face concave 25 de la deuxième pale 20 constituent les faces externes de l'aube 100. La face convexe 14 est donc appelée face externe 14 de la première pale 10, et la face concave 25 est donc appelée face externe 25 de la deuxième pale 20. L'aube 100 est appelée aube avec pales dédoublées.

[0016] La face interne 15 de la première pale 10 et la face interne 24 de la deuxième pale 20 sont reliées entre elles par une ou plusieurs lames 30, disposées dans l'espace 40. Chaque lame possède un bord d'attaque 32, un bord de fuite 33, et entre les deux une partie centrale avec une face radialement inférieure 38 (c'est-à-dire orientée vers la plateforme 80) et une face radialement supérieure 39 (c'est-à-dire orientée vers le carter 90).

[0017] Chaque lame 30 est un élément de liaison continu qui relie ces deux faces internes, cet élément de liaison formant à la fois un renfort qui participe à la cohésion et à la résistance mécanique de l'aube 100, et un guide, le long de sa face radialement inférieure 38, et de sa face radialement supérieure 39, pour l'écoulement de l'air entre la première pale 10 et la deuxième pale 20. Chaque lame 30 peut avoir son intérieur creux, ou plein.

[0018] Les lames 30 s'étendent sensiblement depuis le bord d'attaque 12 de la première pale 10 et le bord d'attaque 22 de la deuxième pale 20 jusqu'au bord de fuite 13 de la première pale 10 et au bord de fuite 23 de la deuxième pale 20. Le bord d'attaque 102 de l'aube 100 est ainsi constitué par les bords d'attaque 12 et 22 de la première pale 10 et de la deuxième pale 20, respectivement. Le bord de fuite 103 de l'aube 100 est constitué par les bords de fuite 13 et 23 de la première pale 10 et de la deuxième pale 20, respectivement. Les lames 30 sont orientées selon la direction du bord d'attaque 102 vers le bord de fuite 103, sensiblement perpendiculairement au bord d'attaque 102 et au bord de fuite 103.

[0019] L'aube 100, puisqu'elle comprend deux pales, possède une résistance mécanique accrue comparée à une aube monopale. Cette résistance mécanique accrue autorise une réduction de l'épaisseur moyenne de chacune des pales constituant l'aube 100, c'est-à-dire que

la première pale 10 et la deuxième pale 20 ont chacune une épaisseur moindre que celle d'une aube monopale. Le poids total de l'aube 100 peut même être sensiblement égal au poids d'une aube monopale 1. De plus, comme expliqué plus haut, l'aube 100 a un meilleur rendement aérodynamique qu'une aube monopale, grâce aux lames 30. Sur une roue aubagée comportant des aubes 100 selon l'invention, cette amélioration du rendement aérodynamique autorise un espacement plus grand des aubes 100 entre elles le long de la circonférence de la plateforme 80 de la roue aubagée par rapport à l'espacement entre des aubes monopale sur une roue aubagée de l'art antérieur. Au total, une roue aubagée selon l'invention peut donc être de poids égal ou inférieur à une roue aubagée munie d'aubes monopale. Il en résulte une diminution du poids d'une turbomachine munie de roues aubagées selon l'invention, donc de sa consommation en carburant.

[0020] De plus, l'aube 100 selon l'invention possède une meilleure tenue à la température qu'une aube monopale, puisque l'aube 100 possède plus de surface d'échange thermique qu'une aube monopale.

[0021] L'aube 100 peut comporter plusieurs lames 30. Par exemple, l'aube peut comporter au minimum trois lames, avec une première lame 30_A située entre 0% et 30% de la hauteur de l'aube 100, une dernière lame 30_N située entre 70% et 100% de la hauteur de l'aube 100, et une lame située sensiblement au milieu de la hauteur de l'aube 100, une hauteur de 0% correspondant à l'extrémité radialement interne de l'aube, et une hauteur de 100% correspondant à l'extrémité radialement externe de l'aube. Les lames supplémentaires, le cas échéant, sont situées à intervalles réguliers entre ces lames.

[0022] Il est important que la première lame 30_A ne soit pas trop éloignée de la plateforme 80 (en l'espèce à moins de 30% de la hauteur de l'aube 100) afin de pouvoir plus efficacement diminuer les turbulences générées par la surface radialement extérieure 81 de la plateforme 80 dans l'écoulement. De même, il est important que la dernière lame 30_N ne soit pas trop éloignée du carter 90 (en l'espèce à plus de 70% de la hauteur de l'aube 100) afin de pouvoir plus efficacement diminuer les turbulences générées par la surface radialement intérieure 91 du carter 90 dans l'écoulement.

[0023] L'aube 100 peut comporter un nombre de lames supérieur à trois, par exemple 4, 5, 6, 7, ou plus, réparties sur toute sa hauteur. Les figures 2 à 5 représentent une aube 100 comportant cinq lames 30. Pour permettre un débit d'air suffisant entre la première pale 10 et la deuxième pale 20, et pour minimiser le poids de l'aube 100, il est cependant préférable que les lames ne soient pas en nombre trop important. Ainsi, il est préférable que la distance radiale entre deux lames 30 adjacentes soit supérieure à la distance D entre la face interne 15 de la première pale 10 et la face interne 24 de la deuxième pale 20.

[0024] La distance D entre la face interne 15 de la première pale 10 et la face interne 24 de la deuxième pale 20 est au plus égale à trois fois l'épaisseur maximale de

la première ou deuxième pale. Par exemple, la distance D est de l'ordre de grandeur de cette épaisseur maximale.

[0025] De préférence la distance D entre la première pale 10 et la deuxième pale 20 est inférieure à 15 mm. Par exemple la distance D est comprise entre 2 et 5 mm. Cette distance D peut varier le long de la lame 30 entre son bord d'attaque 32 et son bord de fuite 33, dans ce cas la distance D est la distance moyenne entre les deux pales.

[0026] Avantageusement, dans une roue aubagée comportant des aubes 100, chacune des lames 30 possède un profil tel que les turbulences/tourbillons de l'écoulement de l'air le long de cette lame 30 sont minimisées. Par exemple, les lames 30 suivent sensiblement les lignes de flux de l'écoulement d'air dans l'espace 40 entre la première pale 10 et la deuxième pale 20 tel qu'il aurait lieu si ces lames 30 n'étaient pas présentes, afin de perturber au minimum cet écoulement d'air.

[0027] Notamment, le profil et la disposition de la première lame 30_A, qui est la plus proche de la paroi (surface radialement extérieure 81) de la plateforme 80, et le profil et la disposition de la dernière lame 30_N, qui est la plus proche de la paroi (surface radialement intérieure 91) du carter 90, ont une importance particulière.

[0028] En effet, les lignes de flux de l'écoulement entre les pales sont notamment définies par la paroi 81 de la plateforme 80 et la paroi 91 du carter 90 aux extrémités respectivement radialement interne et externe de l'aube, c'est-à-dire que les lignes de flux à proximité de ces parois sont sensiblement parallèles à ces parois. Ainsi, la première lame 30_A est sensiblement parallèle à la paroi 81 de la plateforme 80, et la dernière lame 30_N est sensiblement parallèle à la paroi 91 du carter 90, comme représenté sur les figures 4 et 5.

[0029] Par exemple, au moins une des lames 30 est rectiligne.

[0030] Par exemple, au moins une des lames 30 possède au moins une courbure dans un plan s'étendant selon la hauteur de ladite aube (c'est-à-dire un plan radial contenant l'axe principal P de la turbomachine).

[0031] Il est possible également que les lames 30 ne suivent pas l'écoulement d'air dans l'espace 40 tel qu'il aurait lieu si ces lames 30 n'étaient pas présentes, et au contraire que ces lames forcent l'air à s'écouler davantage vers le pied de l'aube 100. En effet, il est connu qu'il se produit en général une divergence de l'écoulement d'air entre deux aubes (c'est-à-dire que le flux d'air circulant entre deux aubes adjacentes a tendance à monter du pied vers la tête de l'aube lorsqu'il longe ces aubes) qui est indésirable. En forçant le flux d'air dans l'espace 40 à s'écouler davantage vers le pied de l'aube 100, on influence l'écoulement d'air entre deux aubes 100 adjacentes, et on contribue ainsi à réduire aussi la divergence de cet écoulement d'air.

[0032] Sur les figures 2 et 4, chacune des lames 30 est représentée avec une épaisseur constante entre son bord d'attaque 32 et son bord de fuite 33 (l'épaisseur

d'une lame 30 étant sa dimension selon la hauteur de l'aube 100 à laquelle elle appartient). En conséquence, les bords d'attaque 32 et les bords de fuite 33 des lames 30 sont sensiblement rectangulaires. Alternativement, l'épaisseur d'une lame 30 peut diminuer depuis son milieu vers son bord d'attaque 32 de telle sorte que ce bord d'attaque 32 forme une arête. De plus, ou alternativement, l'épaisseur d'une lame 30 peut diminuer depuis son milieu vers son bord de fuite 33 de telle sorte que ce bord de fuite 33 forme une arête. De la sorte, les perturbations de l'écoulement d'air dans l'espace 40 entre la première pale 10 et la deuxième pale 20 sont diminuées par rapport à une lame d'épaisseur constante.

[0033] Cette diminution d'épaisseur de la lame 30 peut être progressive, ou l'épaisseur peut être sensiblement constante le long de la lame 30, et ne diminuer qu'au voisinage des extrémités (bord d'attaque 32 et/ou bord de fuite 33), comme représenté sur la figure 5.

[0034] Le profil de la face interne/externe d'une aube ou d'une pale est défini comme la géométrie de la surface de cette face. Par exemple les profils de la face interne 15 de la première pale et de la face interne 24 de la deuxième pale sont identiques, et les profils de la face externe 14 de la première pale et de la face externe 25 de la deuxième pale sont identiques. Cependant, la géométrie différente de l'aube 100 selon l'invention par rapport à une aube monopale entraîne une modification des caractéristiques aérodynamiques de l'aube 100. Avantageusement, la face externe 14 de la première pale 10, la face interne 15 de la première pale 10, la face interne 24 de la deuxième pale 20, et la face externe 25 de la deuxième pale 20, ont toutes des profils différents, de telle sorte que l'écoulement de l'air dans l'espace 40 entre la première pale 10 et la deuxième pale 20 et autour de l'aube 100 est optimisé. De plus, le profil de la face externe 14 de la première pale 10 est différent du profil de la face convexe 4 d'une aube monopale, et le profil de la face externe 25 de la deuxième pale 20 est différent du profil de la face concave 5 d'une aube monopale de l'art antérieur. En particulier, les profils des faces interne et externe de la première pale 10 et les profils des faces interne et externe de la deuxième pale 20 sont différents respectivement des profils des faces interne et externe d'une première pale et des profils des faces interne et externe d'une deuxième pale qui seraient placées à proximité l'une de l'autre sans lames 30 les reliant entre elles.

[0035] Les lames 30 s'étendent depuis le bord d'attaque 102 jusqu'au bord de fuite 103 de l'aube 100, comme représenté sur la figure 5. Alternativement, les lames 30 peuvent commencer à une certaine distance du bord d'attaque 102, en s'étendant jusqu'au bord de fuite 103, comme représenté sur la figure 4. Ainsi, le bord d'attaque 32 des lames 30 commence en retrait d'une distance d par rapport au bord d'attaque 102 de l'aube 100. Cette distance d est par exemple inférieure à 10% de la distance entre le bord d'attaque 102 et le bord de fuite 103.

[0036] Le plan ou la surface contenant une lame 30

est sensiblement perpendiculaire aux faces internes 15, 24 des pales que cette lame 30 joint. Alternativement, une lame 30 peut être en torsion autour de la courbe médiane qui joint le bord d'attaque 32 de la lame à son bord de fuite 33. Cette torsion est destinée à faire en sorte que lames 30 suivent sensiblement les lignes de flux de l'écoulement d'air dans l'espace 40 entre la première pale 10 et la deuxième pale 20 tel qu'il aurait lieu si ces lames 30 n'étaient pas présentes, afin de perturber au minimum cet écoulement d'air.

[0037] L'aube peut être réalisée en divers matériaux : acier, superalliage à base nickel ou cobalt, alliage de titane, alliage d'aluminium, matériau composite avec une matrice, par exemple une matrice polymère, céramique, ou métallique, renforcée par des fibres, par exemple des fibres de carbone, de kevlar, de verre, ou de métal.

[0038] L'aube 100 selon l'invention peut être fabriquée en utilisant divers procédés, selon le matériau constituant l'aube 100.

[0039] Dans la description ci-dessus, l'aube 100 comprend deux pales. Alternativement, l'aube 100 peut comporter plus de deux pales. Par exemple, l'aube 100 peut comporter en outre une troisième pale située entre la première pale 10 et la deuxième pale 20, la troisième pale possédant une première face et une seconde face qui s'étendent entre le bord d'attaque 102 et le bord de fuite 103 de l'aube 100, la première face étant reliée à la face interne 15 de la première pale 10 par au moins une lame 30 et la seconde face étant reliée à la face interne 24 de la deuxième pale 20 par au moins cette lame 30.

[0040] Ainsi, l'aube 100 comprend trois pales, la troisième pale se situant entre la première pale 10 et la deuxième pale 20. Ces trois pales sont alignées côte à côte de telle sorte que la face concave 15 de la première pale 10 est, sur sensiblement toute sa surface, en regard de la face convexe (première face) de la troisième pale, et que la face convexe 24 de la deuxième pale 20 est, sur sensiblement toute sa surface, en regard de la face concave de la troisième pale. Les lames 30 reliant la première pale 10 à la deuxième pale 20 traversent la troisième pale (ou se fondent avec cette troisième pale à leur intersection avec cette troisième pale, selon le mode de fabrication de l'aube). On peut également considérer que chaque lame 30 est en deux parties, une première partie reliant la première pale 10 et la troisième pale, et, dans le prolongement de cette première partie, une seconde partie reliant la troisième pale et la deuxième pale 20.

[0041] Cette aube 100 à trois pales est, d'un point de vue aérodynamique, plus efficace qu'une aube 100 à deux pales, car l'écoulement d'air entre ces pales et le long de l'extérieur de cette aube est mieux guidé. En conséquence, il est possible de diminuer le nombre total d'aubes 100 sur une roue aubagée en les espaçant davantage, jusqu'à obtenir une roue aubagée plus légère qu'une roue aubagée avec des aubes monopale.

[0042] L'invention s'applique au cas d'une turbomachine comportant au moins une aube 100 selon l'inven-

tion.

[0043] L'invention a été décrite dans le cas d'aubes fixes ou mobiles de turbine BP non-refroidies. L'invention s'applique également à des aubes de turbine haute pression (HP) non-refroidies, fixes ou mobiles.

Revendications

1. Aube de turbomachine (100) possédant un bord d'attaque (102) et un bord de fuite (103), **caractérisée en ce qu'elle** comprend une première pale (10) possédant une face interne (15) et une face externe (14) qui s'étendent entre ledit bord d'attaque (102) et ledit bord de fuite (103), une deuxième pale (20) possédant une face interne (24) et une face externe (25) qui s'étendent entre ledit bord d'attaque (102) et ledit bord de fuite (103), ladite première pale (10) et ladite seconde pale (20) étant alignées côte à côte de telle sorte que ladite face interne (15) de la première pale (10) est, sur sensiblement toute sa surface, en regard de ladite face interne (24) de la deuxième pale (20), et au moins une lame (30) reliant ladite face interne (15) de la première pale (10) et ladite face interne (24) de la deuxième pale (20), ladite au moins une lame (30) s'étendant jusqu'audit bord de fuite (103).
2. Aube (100) selon la revendication 1 **caractérisée en ce qu'elle** comporte au minimum trois lames (30).
3. Aube (100) selon la revendication 2 **caractérisée en ce qu'elle** comporte une première lame (30_A) située entre 0% et 30% de la hauteur de l'aube (100), une dernière lame (30_N) située entre 70% et 100% de la hauteur de l'aube (100), et une lame (30) située sensiblement au milieu de la hauteur de l'aube (100), une hauteur de 0% correspondant à l'extrémité radialement interne de l'aube (100) et une hauteur de 100% correspondant à l'extrémité radialement externe de l'aube (100).
4. Aube (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 **caractérisée en ce que** l'épaisseur de ladite au moins une lame (30) diminue depuis son milieu vers le bord d'attaque (32) de ladite au moins une lame (30) de telle sorte que ce bord d'attaque (32) forme une arête.
5. Aube (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 **caractérisée en ce que** l'épaisseur de ladite au moins une lame (30) diminue depuis son milieu vers le bord de fuite (33) de ladite au moins une lame (30) de telle sorte que ce bord de fuite (33) forme une arête.
6. Aube (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 **caractérisée en ce que** ladite face ex-

- terne (14) de la première pale (10), ladite face interne (15) de la première pale (10), ladite face interne (24) de la deuxième pale (20), et ladite face externe (25) de la deuxième pale (20), ont toutes des profils différents. 5
7. Aube (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 **caractérisée en ce que** la distance (D) entre ladite face interne (15) de la première pale et ladite face interne (24) de la deuxième pale est au plus égale à trois fois l'épaisseur maximale de ladite première (10) ou deuxième pale (20). 10
8. Aube (100) selon la revendication 7 **caractérisée en ce que** la distance (D) est inférieure à 15 mm. 15
9. Aube (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 **caractérisée en ce que** l'une au moins desdites lames (30) est rectiligne. 20
10. Aube (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 **caractérisée en ce que** l'une au moins desdites lames (30) possède au moins une courbure dans un plan s'étendant selon la hauteur de ladite aube. 25
11. Aube (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre une troisième pale située entre ladite première pale 10 et ladite deuxième pale 20, ladite troisième pale possédant une première face et une seconde face qui s'étendent entre ledit bord d'attaque (102) et ledit bord de fuite (103) de l'aube (100), ladite première face étant reliée à ladite face interne (15) de la première pale (10) par ladite au moins une lame (30) et ladite seconde face étant reliée à la face interne (24) de la deuxième pale (20) par ladite au moins une lame (30). 30
35
12. Roue aubagée comportant sur sa circonférence une série d'aubes (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11. 40
13. Roue aubagée selon la revendication 12 **caractérisée en ce que** lesdites lames (30) suivent sensiblement les lignes de flux de l'écoulement d'air dans l'espace (40) entre la première pale (10) et la deuxième pale (20) tel qu'il aurait lieu si lesdites lames (30) n'étaient pas présentes, afin de perturber au minimum cet écoulement d'air. 45
50
14. Turbomachine comportant au moins une aube (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11. 55

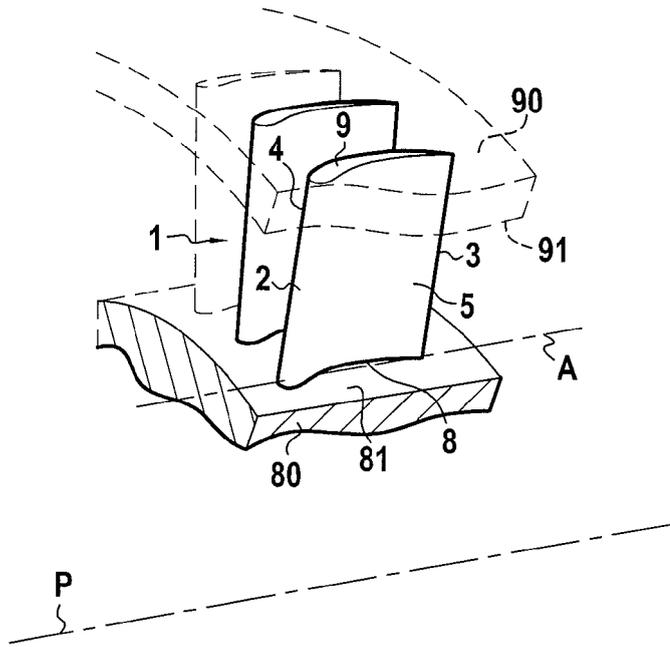


FIG.1

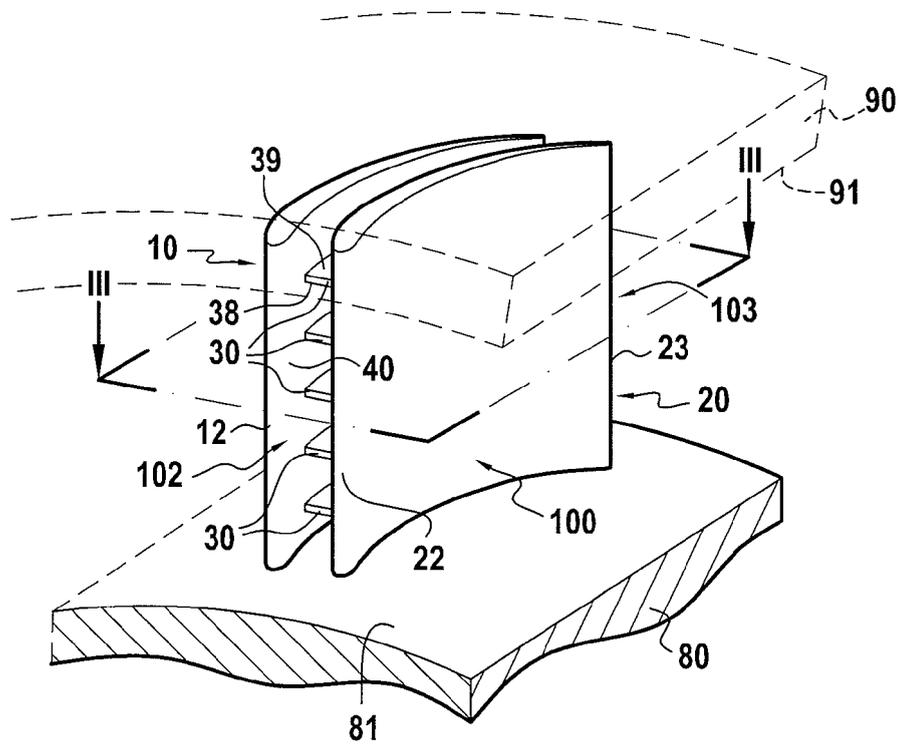


FIG.2

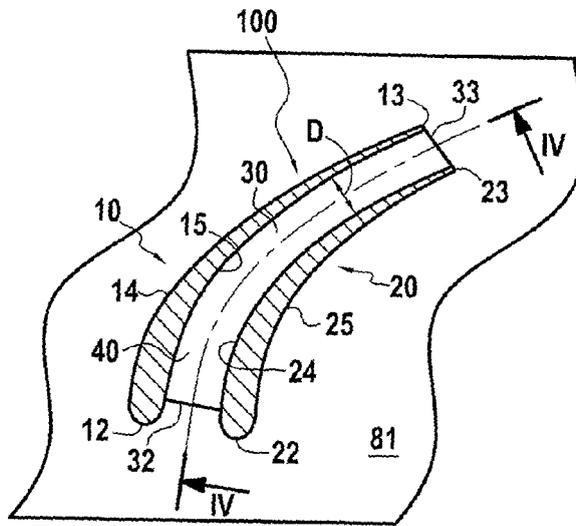


FIG. 3

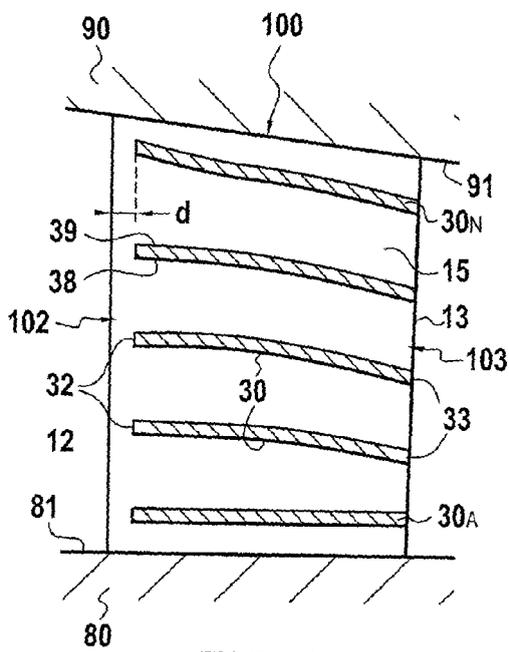


FIG. 4

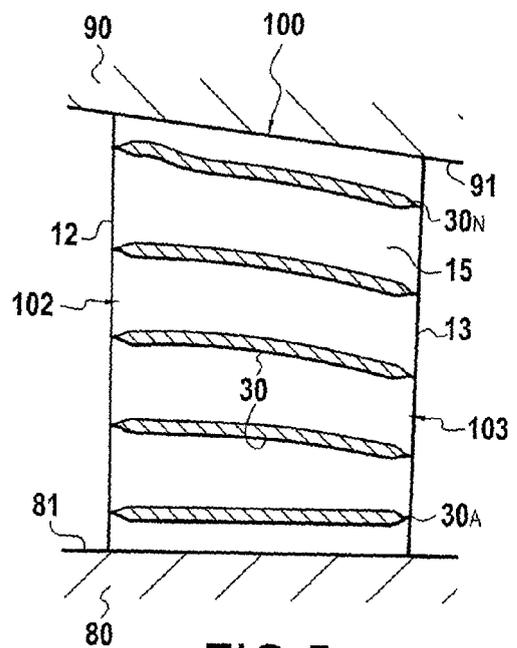


FIG. 5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 09 15 0327

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	EP 0 781 929 A (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]) 2 juillet 1997 (1997-07-02)	1,4-6,9,10,12-14	INV. F01D9/04 F01D5/14 F04D29/68
X	* colonne 14, ligne 46 - colonne 15, ligne 2; figure 5 *	2,3,7,8	
X	FR 2 574 113 A (LEJELOUX PATRICK [FR]) 6 juin 1986 (1986-06-06)	1,4,5,9,10,12-14	
X	* page 3, ligne 29 - page 4, ligne 3; figures *	2,3,7,8	
X	US 3 692 425 A (ERWIN JOHN R) 19 septembre 1972 (1972-09-19)	1,2,4-6,9,10,12-14	
X	* figures *	3,7,8	
X	US 5 257 908 A (ORTOLANO RALPH J [US]) 2 novembre 1993 (1993-11-02)	1,4,5,9,10,12-14	
X	* figures *	2,3,7,8	
X	WO 2005/040559 A (PIETRICOLA PAOLO [IT]) 6 mai 2005 (2005-05-06)	1,6,9,12-14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F01D F04D
X	* figures 9a,9b *	2-5,7,8,10,11	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 18 février 2009	Examineur Raspo, Fabrice
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 09 15 0327

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.

18-02-2009

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0781929	A	02-07-1997	BR 9606214 A 25-08-1998 CN 1392346 A 22-01-2003 DE 69626768 D1 24-04-2003 DE 69626768 T2 14-08-2003 FR 2743113 A1 04-07-1997 JP 9195985 A 29-07-1997 NO 965610 A 30-06-1997 US 5885058 A 23-03-1999
FR 2574113	A	06-06-1986	AUCUN
US 3692425	A	19-09-1972	AUCUN
US 5257908	A	02-11-1993	AUCUN
WO 2005040559	A	06-05-2005	EP 1687511 A1 09-08-2006

EPO FORM P0460

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