



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
30.05.2007 Bulletin 2007/22

(51) Int Cl.:
F01D 5/18 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06124041.2**

(22) Date de dépôt: **14.11.2006**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(72) Inventeurs:
• **DESCHAMPS, Pascal**
92220, BAGNEUX (FR)
• **ENEAU, Patrice**
77550, MOISSY CRAMAYEL (FR)
• **POTIER, Thomas**
45770, SARAN (FR)

(30) Priorité: **28.11.2005 FR 0512003**

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

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

(54) **Circuit de refroidissement pour aube mobile de turbomachine**

(57) L'invention concerne une aube mobile (10a) de turbomachine. La partie centrale (C) de l'aube est divisée géométriquement en quatre zones intrados (Z1-Z4) adjacentes disposées du côté intrados de l'aube et en quatre zones extrados (Z5-Z8) adjacentes disposées du côté extrados, les zones intrados et extrados étant réparties de part et d'autre du squelette (S) de l'aube, et l'aube

comporte dans sa partie centrale (C) un circuit de refroidissement intrados et un circuit de refroidissement extrados, le circuit de refroidissement intrados comprenant trois cavités radiales (24a à 28a) occupant trois zones intrados adjacentes, et le circuit de refroidissement extrados comprenant trois cavités radiales (30a à 34a) occupant les quatre zones extrados et la zone intrados restante.

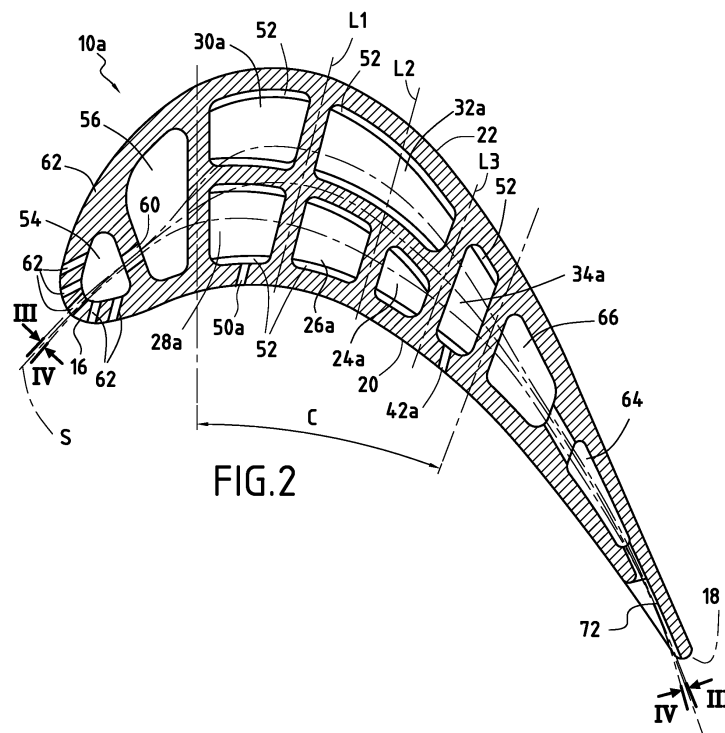


FIG. 2

Description

Arrière-plan de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général du refroidissement des aubes mobiles de turbomachine, et notamment aux aubes de la turbine haute-pression.

[0002] Il est connu de munir les aubes mobiles d'une turbine à gaz de turbomachine, telles que les turbines haute et basse pression, de circuits internes de refroidissement leur permettant de supporter sans dommages les températures très élevées auxquelles elles sont soumises pendant le fonctionnement de la turbomachine. Ainsi, dans le cas d'une turbine haute-pression, les températures des gaz issus de la chambre de combustion atteignent des valeurs largement supérieures à celles que peuvent supporter sans dommages les aubes mobiles de la turbine, ce qui a pour conséquence de limiter leur durée de vie.

[0003] Grâce à de tels circuits de refroidissement, de l'air, qui est généralement introduit dans l'aube par son pied, traverse celle-ci en suivant un trajet formé par des cavités pratiquées dans l'aube avant d'être éjecté par des orifices s'ouvrant à la surface de l'aube.

[0004] Il existe de nombreuses réalisations différentes de ces circuits de refroidissement. Ainsi, certains circuits utilisent des cavités de refroidissement qui occupent toute la largeur de l'aube, ce qui présente l'inconvénient de limiter l'efficacité thermique du refroidissement. Dans le but de pallier ce défaut, d'autres circuits, tels que ceux décrits dans les documents EP 1 288 438 et EP 1 288 439, proposent l'utilisation de cavités de refroidissement de bord n'occupant qu'un seul côté de l'aube (intrados ou extrados) ou les deux côtés avec l'adjonction d'une grande cavité centrale entre ces cavités de bord. Bien que de tels circuits soient efficaces d'un point de vue thermique, ils restent difficiles et coûteux à réaliser par moulage et le poids de l'aube obtenue est important.

Objet et résumé de l'invention

[0005] La présente invention a donc pour but principal de pallier de tels inconvénients en proposant un circuit de refroidissement central d'une aube mobile permettant d'obtenir un refroidissement efficace de l'aube à un faible coût de fabrication.

[0006] A cet effet, il est prévu une aube mobile de turbomachine, la partie centrale de l'aube étant divisée géométriquement en quatre zones intrados adjacentes disposées du côté intrados de l'aube et en quatre zones extrados adjacentes disposées du côté extrados, les zones intrados et extrados étant réparties de part et d'autre du squelette de l'aube, l'aube étant caractérisée en ce qu'elle comporte dans sa partie centrale un circuit de refroidissement intrados et un circuit de refroidissement extrados indépendants l'un de l'autre, le circuit de refroidissement intrados comprenant trois cavités radiales oc-

cupant trois zones intrados adjacentes, et le circuit de refroidissement extrados comprenant trois cavités radiales occupant les quatre zones extrados et la zone intrados restante.

[0007] Les circuits de refroidissement intrados et extrados ainsi définis présentent une dissymétrie de configuration entre l'intrados et l'extrados et sont propres à chaque paroi (intrados, extrados) de l'aube. Ainsi, il est possible de prendre en compte les niveaux d'échange thermique qui sont plus faibles à l'intrados qu'à l'extrados de l'aube. Il est également possible de tenir compte de l'effet de la force de Coriolis qui a tendance à « plaquer » l'air vers l'une des parois de l'aube selon que l'écoulement soit centripète ou centrifuge. De la sorte, il est possible d'obtenir une aube dont la masse, la température moyenne et la durée de vie sont optimisées pour un faible coût de fabrication.

[0008] Selon un mode de réalisation de l'invention, le circuit de refroidissement extrados peut comporter une première cavité et une deuxième cavité s'étendant du côté extrados de l'aube, une troisième cavité s'étendant depuis l'intrados jusqu'à l'extrados de l'aube, une ouverture d'admission d'air à une extrémité radiale de la première cavité, un premier passage faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité avec une extrémité radiale voisine de la deuxième cavité, un second passage faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la deuxième cavité avec une extrémité radiale voisine de la troisième cavité, et des orifices de sortie s'ouvrant dans la troisième cavité et débouchant sur la face intrados de l'aube.

[0009] La troisième cavité d'un tel circuit de refroidissement extrados peut être disposée du côté du bord d'attaque ou bord de fuite de l'aube.

[0010] Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le circuit de refroidissement extrados peut comporter une première cavité et une deuxième cavité s'étendant du côté extrados de l'aube, une troisième cavité s'étendant du côté intrados de l'aube, un premier passage faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité avec une extrémité radiale voisine de la deuxième cavité, un second passage faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la deuxième cavité avec une extrémité radiale voisine de la troisième cavité, et des orifices de sortie s'ouvrant dans la troisième cavité et débouchant sur la face intrados de l'aube.

[0011] La troisième cavité d'un tel circuit de refroidissement extrados peut être disposée du côté du bord d'attaque ou du bord de fuite de l'aube.

[0012] Selon une disposition particulière de l'invention, le circuit de refroidissement intrados peut comporter une première, une deuxième et une troisième cavités s'étendant du côté intrados de l'aube, une ouverture d'admission d'air à une extrémité radiale de la première cavité, un premier passage faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité avec une extrémité radiale voisine de la deuxième cavité, un second passage faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la

deuxième cavité avec une extrémité radiale voisine de la troisième cavité, et des orifices de sortie s'ouvrant dans la troisième cavité et débouchant sur la face intrados de l'aube.

[0013] L'aube peut également comporter un circuit de refroidissement du bord d'attaque de l'aube et un circuit de refroidissement du bord de fuite de l'aube.

[0014] L'invention a aussi pour objet une turbine à gaz comportant au moins une aube mobile telle que définie précédemment.

[0015] L'invention a encore pour objet une turbomachine comportant au moins une aube mobile telle que définie précédemment.

Brève description des dessins

[0016] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est une vue en coupe transversale d'une aube mobile de turbomachine montrant les différentes zones géométriques dans la partie centrale de celle-ci ;
- la figure 2 est une vue en coupe transversale d'une aube mobile selon un mode de réalisation de l'invention ;
- les figures 3 et 4 sont des vues en coupe de la figure 2 respectivement selon III-III et IV-IV ; et
- les figures 5 à 7 sont des vues en coupe transversale d'aubes mobiles selon d'autres modes de réalisation de l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation

[0017] La figure 1 représente une aube mobile 10 de turbomachine, telle qu'une aube mobile de turbine haute-pression. Bien entendu, l'invention peut également s'appliquer à d'autres aubes mobiles de la turbomachine, par exemple aux aubes de la turbine basse-pression de celle-ci.

[0018] L'aube 10 comporte une surface aérodynamique (ou pale) qui s'étend radialement entre un pied d'aube 12 et un sommet d'aube 14 (figures 3 et 4). Cette surface aérodynamique se compose d'un bord d'attaque 16 disposé en regard de l'écoulement des gaz chauds issus de la chambre de combustion de la turbomachine, d'un bord de fuite 18 opposé au bord d'attaque 16, d'une face latérale intrados 20 et d'une face latérale extrados 22, ces faces latérales 20, 22 reliant le bord d'attaque 16 au bord de fuite 18.

[0019] L'aube 10 comporte une partie centrale C qui la zone géométrique de l'aube pour laquelle la distance entre ses faces intrados 20 et extrados 22 est la plus importante.

[0020] Comme représenté sur la figure 1, la partie cen-

trale C de l'aube est divisée géométriquement en quatre zones intrados adjacentes Z1 à Z4 disposées du côté intrados de l'aube et en quatre zones extrados adjacentes Z5 à Z8 disposées du côté extrados, les zones intrados et extrados étant réparties de part et d'autre du squelette S de l'aube.

[0021] Par squelette de l'aube, on entend la ligne géométrique S des points situés à égale distance des faces latérales intrados 20 et extrados 22 de l'aube.

[0022] Plus précisément, le squelette S de l'aube définit deux zones principales de la partie centrale C de l'aube qui sont chacune divisées en quatre zones adjacentes par trois lignes géométriques L1 à L3 découpant radialement l'aube dans le sens de son épaisseur.

[0023] Les zones géométriques intrados Z1 à Z4 et extrados Z5 à Z8 ainsi définies constituent les plus petits éléments pouvant contenir une cavité de refroidissement. Pour une aube classique de turbine haute-pression, ces zones s'étendent en coupe transversale sur une surface comprise typiquement entre 3 et 10 mm² environ.

[0024] Selon l'invention, la partie centrale C de l'aube est munie d'un circuit de refroidissement intrados et d'un circuit de refroidissement extrados, le circuit de refroidissement intrados comprenant trois cavités radiales occupant trois zones intrados adjacentes, et le circuit de refroidissement extrados comprenant trois cavités radiales occupant les quatre zones extrados et la zone intrados restante.

[0025] Par cavité radiale, on entend pour la suite de la description, une cavité s'étendant radialement entre le pied 12 et le sommet 14 de l'aube.

[0026] Différents modes de réalisation des circuits de refroidissement intrados et extrados de l'aube sont envisageables.

[0027] Dans le mode de réalisation de l'invention représenté par les figures 2 à 4, le circuit de refroidissement intrados de l'aube 10a comprend trois cavités radiales 24a, 26a et 28a occupant respectivement les trois zones intrados adjacentes Z3, Z2 et Z1 de la figure 1.

[0028] Quant au circuit de refroidissement extrados de l'aube, il comprend trois cavités radiales extrados 30a, 32a et 34a occupant les quatre zones extrados Z5 à Z8 et la zone intrados restante Z4.

[0029] Plus précisément, le circuit extrados de l'aube comporte une première cavité 30a s'étendant du côté extrados de l'aube et occupant la zone extrados Z5, une deuxième cavité 32a s'étendant du côté extrados de l'aube et occupant les zones extrados Z6 et Z7, et une troisième cavité 34a s'étendant depuis la face intrados 20 jusqu'à la face extrados 22 de l'aube et occupant la zone extrados Z8 et la zone intrados Z4.

[0030] Par cavité s'étendant du côté extrados de l'aube, on entend une cavité qui s'étend dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis la face extrados 22 de l'aube jusqu'à son squelette S.

[0031] Les cavités 30a à 34a du circuit de refroidissement extrados sont des cavités ayant des sections trans-

versales supérieures à 4 mm² environ.

[0032] Par ailleurs, la troisième cavité 34a de ce circuit extradados qui s'étend depuis la face intrados 20 jusqu'à la face extradados 22 de l'aube est disposée du côté du bord de fuite 18 de l'aube.

[0033] En liaison avec la figure 3, le circuit de refroidissement extradados comporte également une ouverture d'admission d'air 36 à une extrémité radiale de la première cavité 30a (ici au niveau du pied 12 de l'aube) afin d'alimenter en air le circuit extradados.

[0034] Un premier passage 38 fait communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité 30a (c'est-à-dire au niveau du sommet 14 de l'aube) avec une extrémité radiale voisine de la deuxième cavité 32a. De même, un second passage 40 fait communiquer l'autre extrémité radiale de la deuxième cavité 32a avec une extrémité radiale voisine de la troisième cavité 34a.

[0035] En outre, des orifices de sortie 42a s'ouvrent dans la troisième cavité 34a et débouchent sur la face intrados 20 de l'aube. Ces orifices de sortie 42a sont régulièrement répartis sur toute la hauteur radiale de l'aube.

[0036] La circulation de l'air de refroidissement qui parcourt ce circuit extradados découle de manière évidente de ce qui précède. Le circuit est alimenté en air de refroidissement par l'ouverture d'admission 36. L'air parcourt d'abord la première cavité 30a (selon un écoulement centrifuge) puis la seconde cavité intrados 32a (selon un écoulement centripète) et enfin la cavité centrale 34a (selon un écoulement centrifuge) avant d'être émis à l'intrados 20 de l'aube par les orifices de sortie 42a.

[0037] Le circuit de refroidissement intrados de l'aube comporte une première cavité 24a occupant la zone intrados Z3, une deuxième cavité 26a occupant la zone intrados Z2 et une troisième cavité 28a occupant la zone intrados Z1.

[0038] Ces cavités 24a à 28a s'étendent du côté intrados de l'aube, c'est-à-dire qu'elles s'étendent dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis la face intrados 20 de l'aube jusqu'à son squelette S.

[0039] Par ailleurs, ces cavités 24a à 28a sont des cavités ayant des sections transversales inférieures à 15 mm² environ.

[0040] Comme représenté sur la figure 4, le circuit de refroidissement intrados comporte également une ouverture d'admission d'air 44 à une extrémité radiale de la première cavité 24a (ici au niveau du pied 12 de l'aube) pour alimenter en air le circuit intrados.

[0041] Un premier passage 46 fait communiquer l'autre extrémité radiale (au niveau du sommet 14 de l'aube) de la première cavité 24a avec une extrémité radiale voisine de la deuxième cavité 26a. De même, un second passage 48 fait communiquer l'autre extrémité radiale de la deuxième cavité 26a avec une extrémité radiale voisine de la troisième cavité 28a. Des orifices de sortie 50a s'ouvrent dans la troisième cavité 28a et débouchent sur la face intrados 20 de l'aube.

[0042] La circulation de l'air de refroidissement qui par-

court ce circuit intrados découle de manière évidente de ce qui précède. Le circuit est alimenté en air de refroidissement par l'ouverture d'admission 44. L'air parcourt ensuite les première 24a, deuxième 26a et troisième cavités 28a avant d'être émis à l'intrados 20 de l'aube par les orifices de sortie 50a.

[0043] De façon connue en soi, les parois internes des cavités 24a, 26a, 28a, 30a, 32a et 34a des circuits de refroidissement intrados et extradados peuvent être avantageusement munies de perturbateurs d'écoulement 52 destinés à accroître les transferts thermiques le long de ces parois.

[0044] Ces perturbateurs d'écoulement peuvent se présenter sous la forme de nervures qui sont droites ou inclinées par rapport à l'axe de rotation de l'aube ou sous la forme de picots (ou toutes autres formes équivalentes).

[0045] La figure 5 représente une variante de réalisation des circuits de refroidissement intrados et extradados de l'aube.

[0046] Le circuit de refroidissement extradados de l'aube 10b selon ce mode de réalisation comporte une première cavité 34b occupant la zone extradados Z8, une deuxième cavité 36b occupant les zones extradados Z6 et Z7 et une troisième cavité 38b occupant la zone extradados Z5 et la zone intrados Z1.

[0047] En d'autres termes, par rapport au mode de réalisation des figures 2 à 4, le circuit extradados se distingue notamment en ce que la troisième cavité 38b est disposée du côté du bord d'attaque 16 de l'aube (et non du côté du bord de fuite de celle-ci).

[0048] Une ouverture d'admission d'air non représentée est prévue à une extrémité radiale (au niveau du pied d'aube) de la première cavité 34b et des passages (non représentés) permettent une communication entre les différentes cavités 34b, 36b et 38b selon une réalisation similaire à celle du circuit extradados des figures 2 à 4. Des orifices de sortie 42b s'ouvrent dans la troisième cavité 38b et débouchent sur la face intrados 20 de l'aube. Le sens de circulation de l'air dans ce circuit extradados est donc inversé par rapport à celui du mode de réalisation des figures 2 à 4.

[0049] Le circuit de refroidissement intrados de l'aube 10b selon ce mode de réalisation comporte une première cavité 24b occupant la zone intrados Z2, une deuxième cavité 26b occupant la zone intrados Z3 et une troisième cavité 28b occupant la zone intrados Z4.

[0050] De même que pour le mode de réalisation précédent, une ouverture d'admission (non représentée) est prévue à une extrémité radiale (au niveau du pied d'aube) de la première cavité 24b et des passages (non représentés) permettent une communication entre les différentes cavités 24b, 26b et 28b selon une réalisation similaire à celle du circuit intrados des figures 2 à 4. Des orifices de sortie 50b s'ouvrent dans la troisième cavité 28b et débouchent sur la face intrados 20 de l'aube. Le sens de circulation de l'air dans ce circuit intrados est donc inversé par rapport à celui du mode de réalisation des figures 2 à 4.

[0051] La figure 6 représente une autre variante de réalisation de réalisation des circuits de refroidissement intrados et extrados de l'aube.

[0052] Le circuit de refroidissement extrados de l'aube 10c selon ce mode de réalisation comporte une première cavité 34c occupant les zones extrados Z7 et Z8, une deuxième cavité 36c occupant les zones extrados Z5 et Z6 et une troisième cavité 38d occupant la zone intrados Z1. La troisième cavité 38c du circuit de refroidissement extrados est donc disposée du côté du bord d'attaque 16 de l'aube.

[0053] Selon une réalisation similaire à celle du circuit extrados des figures 2 à 4, de l'air de refroidissement est admis dans la première cavité 34c par l'intermédiaire d'une ouverture d'admission d'air (non représentée) et des passages (non représentés) permettent une communication entre les différentes cavités 34c, 36c et 38c. Des orifices de sortie 42c s'ouvrent dans la troisième cavité 38c et débouchent sur la face intrados 20 de l'aube.

[0054] Quant au circuit de refroidissement intrados, il est identique dans sa réalisation à celui décrit en liaison avec la figure 5.

[0055] La figure 7 représente encore une autre variante de réalisation de réalisation des circuits de refroidissement intrados et extrados de l'aube.

[0056] Le circuit de refroidissement extrados de l'aube 10c selon ce mode de réalisation comporte une première cavité 34d occupant les zones extrados Z5 et Z6, une deuxième cavité 36d occupant les zones extrados Z7 et Z8 et une troisième cavité 38d occupant la zone intrados Z4.

[0057] Par rapport au mode de réalisation du circuit de refroidissement extrados de la figure 6, la troisième cavité 38d de ce circuit extrados est disposée du côté du bord de fuite 18 de l'aube (plutôt que du côté du bord d'attaque).

[0058] L'air de refroidissement est admis dans la première cavité 34d par l'intermédiaire d'une ouverture d'admission d'air (non représentée) et des passages (non représentés) permettent une communication entre les différentes cavités 34d, 36d et 38d selon une réalisation similaire à celle du circuit extrados des figures 2 à 4. Des orifices de sortie 42d s'ouvrent dans la troisième cavité 38d et débouchent sur la face intrados 20 de l'aube. Le sens de circulation de l'air dans ce circuit extrados est donc inversé par rapport à celui du mode de réalisation de la figure 6.

[0059] Quant au circuit de refroidissement intrados, il est identique dans sa réalisation à celui décrit en liaison avec les figures 2 à 4.

[0060] Quelque soit le mode de réalisation, on notera que les circuits de refroidissement intrados et extrados présentent chacun leur propre ouverture d'admission d'air et qu'il n'existe aucune communication d'air d'un circuit vers l'autre de sorte que ces circuits sont complètement indépendants l'un de l'autre.

[0061] En liaison avec les figures 2 à 4, on décrira

maintenant brièvement un mode de réalisation de circuits de refroidissement supplémentaires destinés à refroidir le bord d'attaque 16 et le bord de fuite 18 de l'aube.

[0062] Le circuit de refroidissement bord d'attaque de l'aube comprend une première cavité radiale 54 s'étendant au voisinage du bord d'attaque 16 de l'aube et une deuxième cavité radiale 56 s'étendant depuis la face intrados 20 jusqu'à la face extrados 22 de l'aube, cette deuxième cavité 56 étant disposée entre la première cavité 54 et la partie centrale C de l'aube.

[0063] Au moins un orifice d'admission d'air 58 débouche dans la deuxième cavité 56 afin d'alimenter en air le circuit bord d'attaque. Une pluralité de trous de communication 60 répartis sur toute la hauteur radiale de l'aube s'ouvrent dans la deuxième cavité 56 et débouchent dans la première cavité 54. Enfin, des orifices de sortie 62 s'ouvrant dans la première cavité 54 débouchent sur le bord d'attaque 16 et sur les faces intrados 20 et extrados 22 de l'aube.

[0064] Quant au circuit de refroidissement bord de fuite de l'aube, il comprend une première cavité radiale 64 s'étendant au voisinage du bord de fuite 18 de l'aube et une deuxième cavité radiale 66 s'étendant depuis la face intrados 20 jusqu'à la face extrados 22 de l'aube, cette deuxième cavité 66 étant disposée entre la première cavité 64 et la partie centrale C de l'aube.

[0065] Au moins un orifice d'admission d'air 68 débouche dans la deuxième cavité 66 pour alimenter en air le circuit bord de fuite. Une pluralité de trous de communication 70 répartis sur toute la hauteur radiale de l'aube s'ouvrent dans la deuxième cavité 66 et débouchent dans la première cavité 64. En outre, des orifices de sortie 72 s'ouvrent dans la première cavité 64 et débouchent sur la face intrados 20 de l'aube, au niveau du bord de fuite 18.

Revendications

1. Aube mobile (10a, 10b, 10c, 10d) de turbomachine, la partie centrale (C) de l'aube étant divisée géométriquement en quatre zones intrados (Z1 à Z4) adjacentes disposées du côté intrados de l'aube et en quatre zones extrados (Z5 à Z8) adjacentes disposées du côté extrados, les zones intrados et extrados étant réparties de part et d'autre du squelette (S) de l'aube, l'aube étant **caractérisée en ce qu'elle** comporte dans sa partie centrale (C) un circuit de refroidissement intrados et un circuit de refroidissement extrados indépendants l'un de l'autre, le circuit de refroidissement intrados comprenant trois cavités radiales (24a à 28a ; 24b à 26b) occupant trois zones intrados adjacentes, et le circuit de refroidissement extrados comprenant trois cavités radiales (30a à 34a ; 34b à 38b ; 34c à 38c ; 34d à 38d) occupant les quatre zones extrados et la zone intrados restante.

2. Aube selon la revendication 1, dans laquelle le circuit de refroidissement extradados comporte :

une première cavité (30a ; 34b) et une deuxième cavité (32a ; 36b) s'étendant du côté extradados de l'aube ;
 une troisième cavité (34a ; 38b) s'étendant depuis l'intrados jusqu'à l'extrados de l'aube ;
 une ouverture d'admission d'air (36) à une extrémité radiale de la première cavité (30a ; 34b) ;
 un premier passage (38) faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité (30a ; 34b) avec une extrémité radiale voisine de la deuxième cavité (32a ; 36b) ;
 un second passage (40) faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la deuxième cavité (32a ; 36b) avec une extrémité radiale voisine de la troisième cavité (34a ; 38b) ; et
 des orifices de sortie (42a ; 42b) s'ouvrant dans la troisième cavité (34a ; 38b) et débouchant sur la face intrados (20) de l'aube.

3. Aube selon la revendication 2, dans laquelle la troisième cavité (34a) du circuit de refroidissement extradados est disposée du côté du bord de fuite (18) de l'aube.

4. Aube selon la revendication 2, dans laquelle la troisième cavité (38b) du circuit de refroidissement extradados est disposée du côté du bord d'attaque (16) de l'aube.

5. Aube selon la revendication 1, dans laquelle le circuit de refroidissement extradados comporte :

une première cavité (34c ; 34d) et une deuxième cavité (36c ; 36d) s'étendant du côté extradados de l'aube ;
 une troisième cavité (38c ; 38d) s'étendant du côté intrados de l'aube ;
 un premier passage faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité (34c ; 34d) avec une extrémité radiale voisine de la deuxième cavité (36c ; 36d) ;
 un second passage faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la deuxième cavité (36c ; 36d) avec une extrémité radiale voisine de la troisième cavité (38c ; 38d) ; et
 des orifices de sortie (42c ; 42d) s'ouvrant dans la troisième cavité (38c ; 38d) et débouchant sur la face intrados (20) de l'aube.

6. Aube selon la revendication 5, dans laquelle la troisième cavité (38c) du circuit de refroidissement extradados est disposée du côté du bord d'attaque (16) de l'aube.

7. Aube selon la revendication 5, dans laquelle la troi-

sième cavité (38d) du circuit de refroidissement extradados est disposée du côté du bord de fuite (18) de l'aube.

8. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle le circuit de refroidissement intrados comporte :

une première (24a ; 24b), une deuxième (26a ; 26b) et une troisième (28a ; 28b) cavités s'étendant du côté intrados de l'aube ;
 une ouverture d'admission d'air (44) à une extrémité radiale de la première cavité (24a ; 24b) ;
 un premier passage (46) faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité (24a ; 24b) avec une extrémité radiale voisine de la deuxième cavité (26a ; 26b) ;
 un second passage (48) faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la deuxième cavité (26a ; 26b) avec une extrémité radiale voisine de la troisième cavité (28a ; 28b) ; et
 des orifices de sortie (50a ; 50b) s'ouvrant dans la troisième cavité (28a ; 28b) et débouchant sur la face intrados (20) de l'aube.

9. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comportant en outre un circuit de refroidissement bord d'attaque comprenant :

une première cavité radiale (54) s'étendant au voisinage du bord d'attaque (16) de l'aube ;
 une deuxième cavité radiale (56) s'étendant depuis l'intrados jusqu'à l'extrados de l'aube, ladite deuxième cavité (56) étant disposée entre la première cavité (54) et la partie centrale (C) de l'aube ;
 au moins un orifice d'admission d'air (58) débouchant dans la deuxième cavité (56) ;
 une pluralité de trous de communication (60) répartis sur toute la hauteur radiale de l'aube s'ouvrant dans la deuxième cavité (56) et débouchant dans la première cavité (54) ; et
 des orifices de sortie (62) s'ouvrant dans ladite première cavité (54) et débouchant sur le bord d'attaque (16) et sur les faces intrados (20) et extradados (22) de l'aube.

10. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comportant en outre un circuit de refroidissement bord de fuite comprenant :

une première cavité radiale (64) s'étendant au voisinage du bord de fuite (18) de l'aube ;
 une deuxième cavité radiale (66) s'étendant depuis l'intrados jusqu'à l'extrados de l'aube, ladite deuxième cavité (66) étant disposée entre la première cavité (64) et la partie centrale (C) de l'aube ;

au moins un orifice d'admission d'air (68) débouchant dans la deuxième cavité (66) ;
une pluralité de trous de communication (70) répartis sur toute la hauteur radiale de l'aube s'ouvrant dans la deuxième cavité (66) et débouchant dans la première cavité (64) ; et
des orifices de sortie (72) s'ouvrant dans ladite première cavité (64) et débouchant sur le bord de fuite (18) de l'aube.

10

- 11.** Turbine à gaz, **caractérisée en ce qu'elle** comporte au moins une aube mobile (10a, 10b, 10c, 10d) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

- 12.** Turbomachine, **caractérisée en ce qu'elle** comporte au moins une aube mobile (10a, 10b, 10c, 10d) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

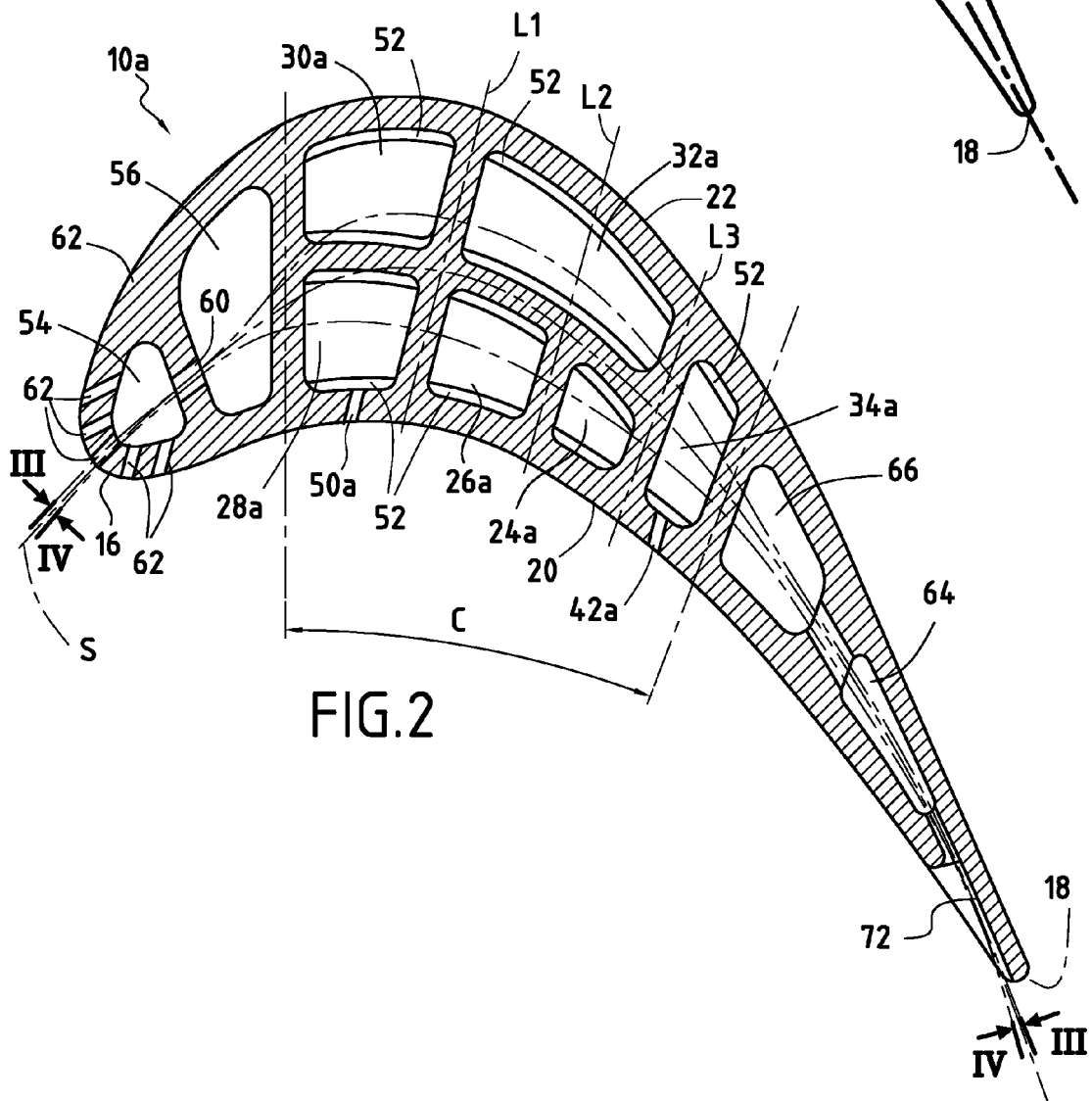
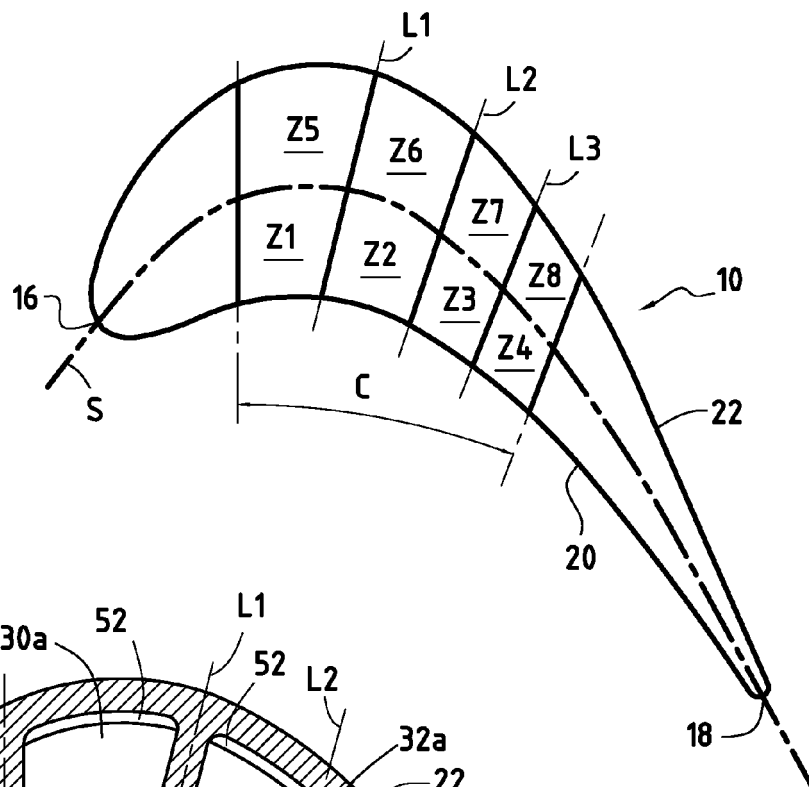


FIG.2

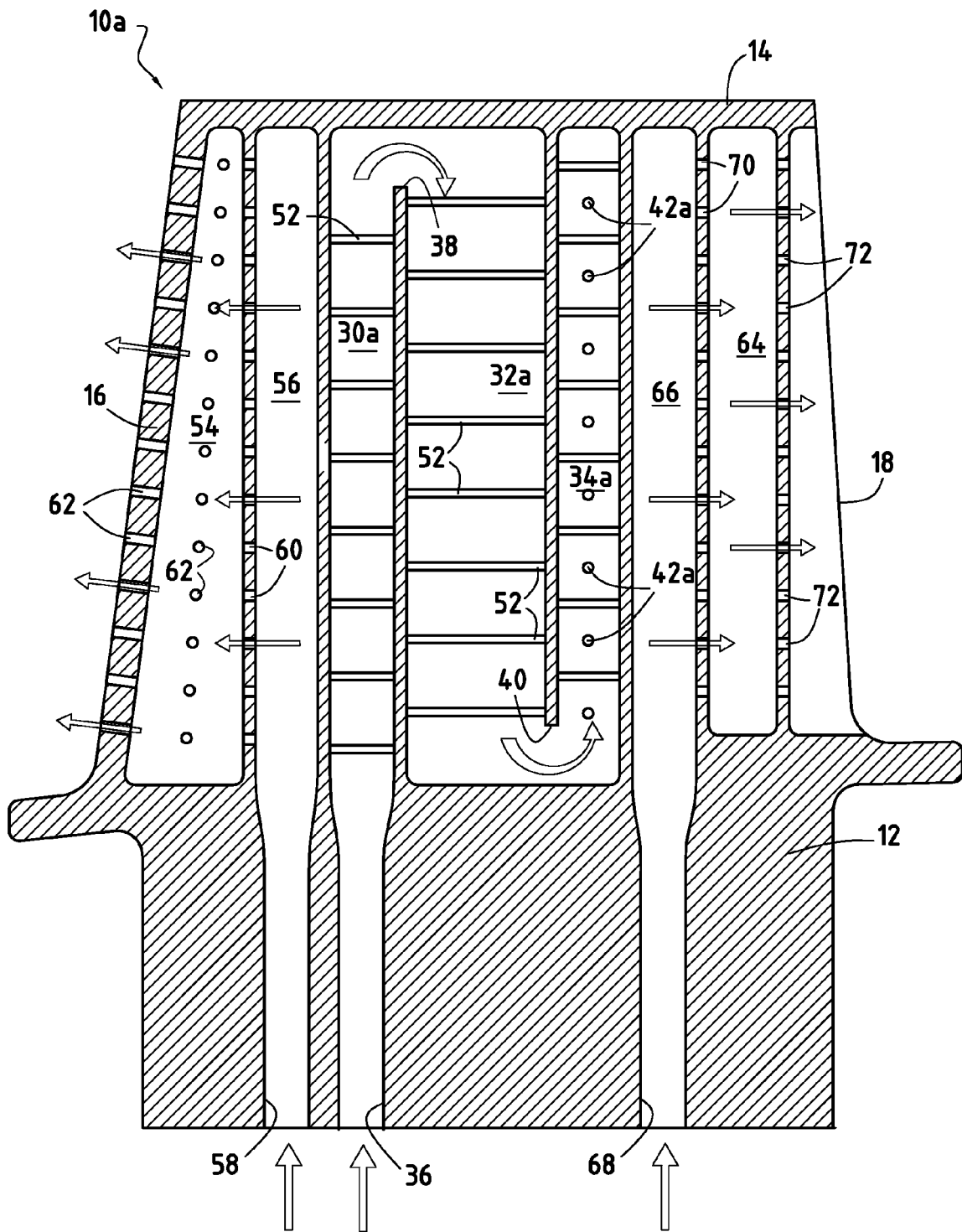


FIG.3

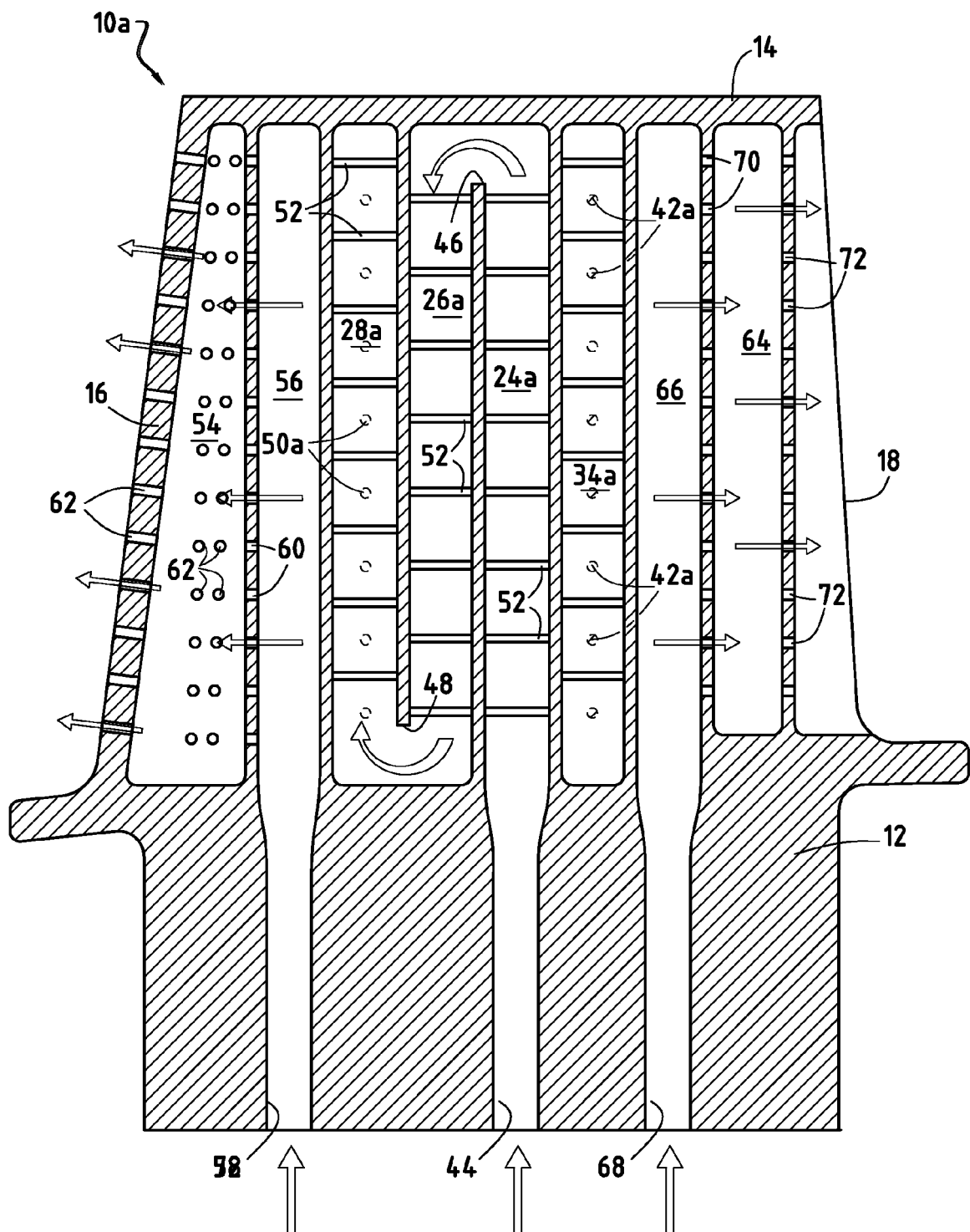


FIG. 4

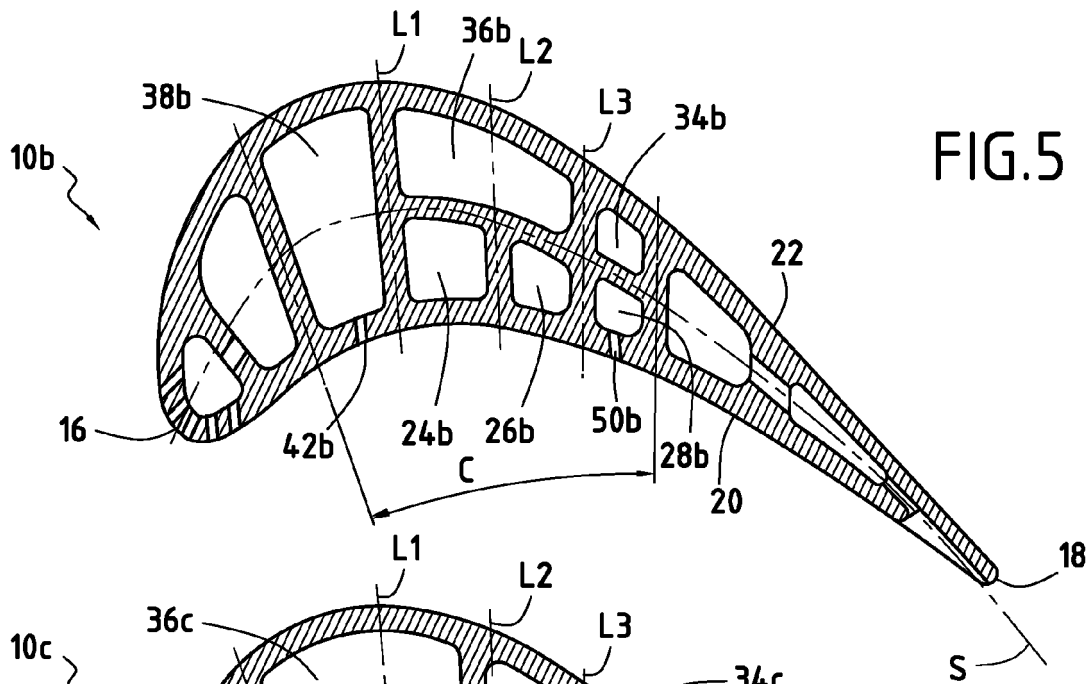


FIG. 5

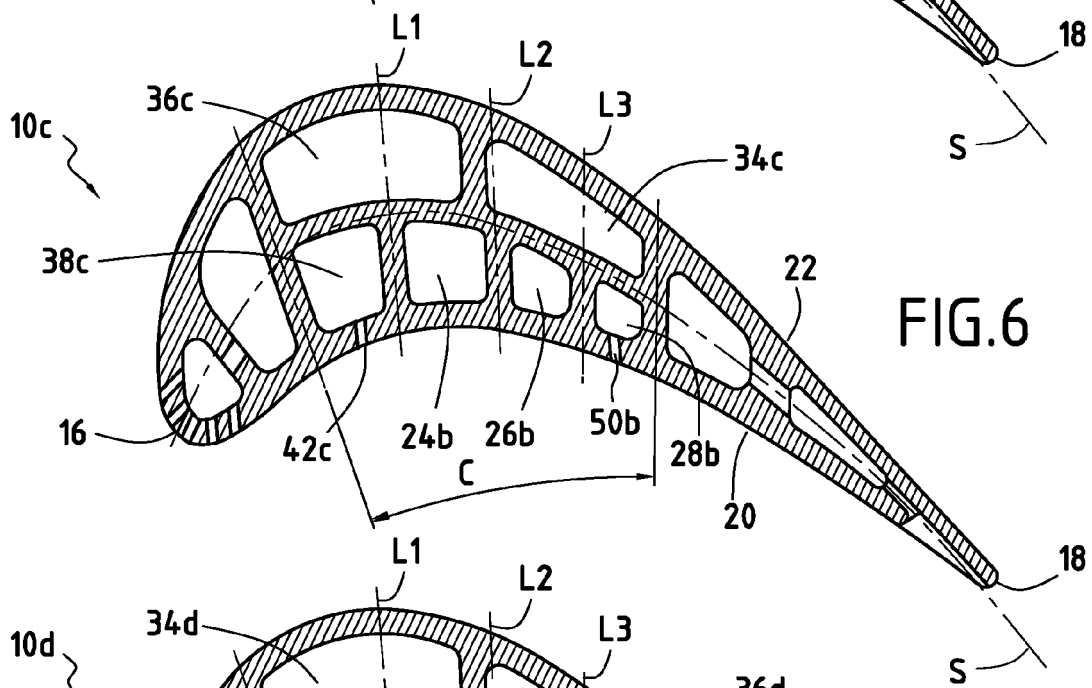


FIG. 6

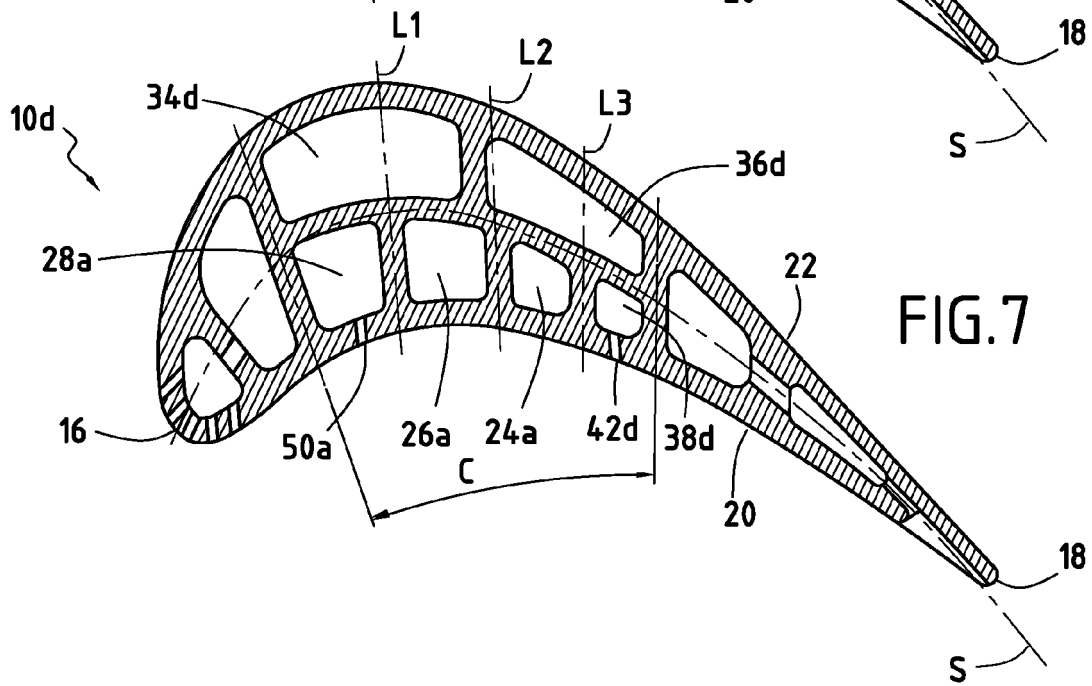


FIG. 7



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 06 12 4041

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 1 584 790 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 12 octobre 2005 (2005-10-12) * alinéa [0009] * * alinéa [0024] - alinéa [0033] * * alinéa [0048] - alinéa [0052] * * abrégé; figures *	1-8, 10-12	INV. F01D5/18
A	US 5 165 852 A (LEE ET AL) 24 novembre 1992 (1992-11-24) * colonne 2, ligne 16 - ligne 59 * * colonne 4, ligne 21 - colonne 5, ligne 30 * * abrégé; figures *	1,9-12	
A	EP 1 526 250 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 27 avril 2005 (2005-04-27) * alinéa [0006] - alinéa [0011] * * alinéa [0014] - alinéa [0022] * * alinéa [0029] * * abrégé; figures *	1-9,11, 12	
A	US 5 356 265 A (KERCHER ET AL) 18 octobre 1994 (1994-10-18) * colonne 3, ligne 54 - colonne 5, ligne 21 * * abrégé; figures *	1-8,11, 12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F01D
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 297 (M-432), 25 novembre 1985 (1985-11-25) & JP 60 135606 A (TOSHIBA KK), 19 juillet 1985 (1985-07-19) * abrégé; figures *	1-8,11, 12	
5 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 29 janvier 2007	Examineur O'Shea, Gearóid
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 06 12 4041

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.

29-01-2007

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1584790	A	12-10-2005	JP 2005299636 A	27-10-2005
			US 2005226726 A1	13-10-2005

US 5165852	A	24-11-1992	AUCUN	

EP 1526250	A	27-04-2005	CA 2477402 A1	24-04-2005
			JP 2005127314 A	19-05-2005
			US 2005169752 A1	04-08-2005

US 5356265	A	18-10-1994	AUCUN	

JP 60135606	A	19-07-1985	JP 1968444 C	18-09-1995
			JP 6102963 B	14-12-1994

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 1288438 A [0004]
- EP 1288439 A [0004]