



(11) **EP 1 741 875 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
17.09.2008 Bulletin 2008/38

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

(21) Numéro de dépôt: **06115023.1**

(22) Date de dépôt: **06.06.2006**

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

Kühlkreislauf für eine Rotorscheufel einer Turbomaschine

Cooling circuit for a rotor blade of a turbomachine

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB SE

(30) Priorité: **21.06.2005 FR 0506266**

(43) Date de publication de la demande:
10.01.2007 Bulletin 2007/02

(73) Titulaire: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Boury, Jacques**
77720 Saint Ouen en Brie (FR)

• **Eneau, Patrice**
77550 Moissy Cramayel (FR)
• **Paquin, Sylvain**
77150 Ferolles-Atilly (FR)

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

(56) Documents cités:
EP-A- 1 288 438 **EP-A- 1 362 982**
EP-A1- 1 288 439 **JP-A- 60 135 606**
US-A- 5 193 980 **US-A- 5 813 835**

EP 1 741 875 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

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, EP 1 288 439 et JP 60 135606, 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 pour aube mobile permettant un refroidissement efficace de l'aube sans dégrader les performances aérodynamiques de la turbine et qui présente un faible coût de fabrication.

[0006] A cet effet, l'aube selon l'invention comporte dans sa partie centrale un circuit de refroidissement intrados et un circuit de refroidissement extrados. Le circuit de refroidissement intrados comprend au moins une première et une seconde cavités intrados s'étendant radialement et dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis l'intrados de l'aube jusqu'à une paroi centrale s'étendant radialement et selon la direction du squelette de l'aube, une cavité centrale s'étendant radialement et dans le

sens de l'épaisseur de l'aube depuis l'intrados jusqu'à l'extrados de l'aube, une ouverture d'admission d'air à une extrémité radiale de la première cavité intrados pour alimenter en air le circuit intrados, un premier passage faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité intrados avec une extrémité radiale voisine de la seconde cavité intrados, un second passage faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la seconde cavité intrados avec une extrémité radiale voisine de la cavité centrale, et des orifices de sortie s'ouvrant dans la cavité centrale et débouchant sur la face intrados de l'aube. Quant au circuit de refroidissement extrados, il comprend au moins une première et une seconde cavités extrados s'étendant radialement et dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis l'extrados de l'aube jusqu'à la paroi centrale, une cavité centrale s'étendant radialement et dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis l'intrados jusqu'à l'extrados de l'aube, une ouverture d'admission d'air à une extrémité radiale de la première cavité extrados pour alimenter en air le circuit extrados, un premier passage faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité extrados avec une extrémité radiale voisine de la seconde cavité extrados, un second passage faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la seconde cavité extrados avec une extrémité radiale voisine de la cavité centrale, et des orifices de sortie s'ouvrant dans la cavité centrale et débouchant sur la face intrados de l'aube.

[0007] Grâce à de tels circuits, il est possible d'obtenir un refroidissement homogène et efficace de l'aube. En effet, la paroi centrale séparant les cavités intrados des cavités extrados est refroidie par l'air circulant dans les circuits intrados et extrados. Il en résulte une chute de la température moyenne de l'aube ce qui a pour conséquence directe d'augmenter la durée de vie de l'aube. Par ailleurs, ces circuits de refroidissement ne posent aucun problème particulier de fabrication et d'implantation dans la turbine.

[0008] Selon une disposition avantageuse de l'invention, l'aube comporte en outre un circuit de refroidissement bord d'attaque comprenant au moins une cavité s'étendant radialement au voisinage du bord d'attaque de l'aube, au moins un orifice d'admission d'air débouchant dans la cavité bord d'attaque et des orifices de sortie s'ouvrant dans ladite cavité bord d'attaque et débouchant sur le bord d'attaque de l'aube.

[0009] Selon une autre disposition avantageuse de l'invention, l'aube comporte en outre un circuit de refroidissement bord de fuite comprenant au moins une cavité s'étendant radialement au voisinage du bord de fuite de l'aube, au moins un orifice d'admission d'air débouchant dans la cavité bord de fuite et des orifices de sortie s'ouvrant dans ladite cavité bord de fuite et débouchant sur la face intrados de l'aube.

[0010] De préférence, les parois internes des cavités des circuits de refroidissement intrados et extrados sont munies de perturbateurs d'écoulement destinés à accroître les transferts thermiques le long de ces parois.

Brève description des dessins

[0011] 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 selon un mode de réalisation de l'invention;
- les figures 2 et 3 sont des vues en coupe de la figure 1 respectivement selon II-II et III-III ; et
- les figures 4 et 5 sont des vues en coupe transversale d'aubes mobiles selon d'autres modes de réalisation de l'invention.

Description détaillée d'un mode de réalisation

[0012] Les figures 1 à 3 représentent 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.

[0013] 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. 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.

[0014] L'aube mobile 10 de turbomachine selon l'invention comporte dans sa partie centrale C, c'est-à-dire dans sa partie pour laquelle la distance entre ses faces intrados 20 et extrados 22 est la plus importante, un circuit de refroidissement intrados et un circuit de refroidissement extrados.

[0015] Le circuit de refroidissement intrados de l'aube comporte notamment au moins une première cavité intrados 24, une seconde cavité intrados 26 et une cavité centrale 28 (un nombre plus important de cavités intrados est parfaitement envisageable). Les cavités 24, 26 et 28 s'étendent radialement entre le pied 12 et le sommet 14 de l'aube.

[0016] Par ailleurs, les cavités intrados 24, 26 s'étendent dans le sens de l'épaisseur de l'aube (c'est-à-dire dans le sens de sa largeur définie entre ses faces intrados 20 et extrados 22) depuis la face intrados 20 de l'aube jusqu'à une paroi (ou cloison) centrale 30 s'étendant, d'une part radialement entre le pied 12 et le sommet 14 de l'aube, et d'autre part selon la direction du squelette 32 de l'aube. Quant à la cavité centrale 28, elle s'étend dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis sa face intrados 20 jusqu'à sa face extrados 22.

[0017] En liaison avec la figure 2, le circuit de refroidissement intrados comporte également une ouverture d'admission d'air 34 à une extrémité radiale de la première cavité intrados 24 (ici au niveau du pied 12 de l'aube) afin d'alimenter en air le circuit intrados.

[0018] Un premier passage 36 fait communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité intrados 24 (c'est-à-dire au niveau du sommet 14 de l'aube) avec une extrémité radiale voisine de la seconde cavité intrados 26. Un second passage 38 fait communiquer l'autre extrémité radiale de la seconde cavité intrados 26 (c'est-à-dire au niveau du pied 12 de l'aube) avec une extrémité radiale voisine de la cavité centrale 28 du circuit intrados.

[0019] Le circuit de refroidissement intrados comporte aussi des orifices de sortie 40 s'ouvrant dans la cavité centrale 28 et débouchant sur la face intrados 20 de l'aube. Ces orifices 40 sont régulièrement répartis sur toute la hauteur radiale de l'aube.

[0020] La circulation de l'air de refroidissement qui parcourt ce circuit intrados découle de manière évidente de ce qui précède. Le circuit est alimenté en air de refroidissement par l'ouverture d'admission 34. L'air parcourt d'abord la première cavité intrados 24 puis la seconde cavité intrados 26 et enfin la cavité centrale 28 avant d'être émis à l'intrados 20 de l'aube par les orifices de sortie 40.

[0021] Le circuit de refroidissement extrados de l'aube comporte notamment au moins une première cavité extrados 42, une seconde cavité extrados 44 et une cavité centrale 46 (un nombre plus important de cavités extrados est parfaitement envisageable). Les cavités 42, 44 et 46 s'étendent radialement entre le pied 12 et le sommet 14 de l'aube.

[0022] De plus, les cavités extrados 42, 44 s'étendent dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis la face extrados 22 de l'aube jusqu'à la paroi centrale 30 définie précédemment en liaison avec le circuit de refroidissement intrados de l'aube. Quant à la cavité centrale 46, elle s'étend dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis sa face intrados 20 jusqu'à sa face extrados 22.

[0023] Comme représenté sur la figure 3, le circuit de refroidissement extrados comporte également une ouverture d'admission d'air 48 à une extrémité radiale de la première cavité extrados 42 (ici au niveau du pied 12 de l'aube) afin d'alimenter en air le circuit extrados.

[0024] Un premier passage 50 fait communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité extrados 42 (c'est-à-dire au niveau du sommet 14 de l'aube) avec une extrémité radiale voisine de la seconde cavité extrados 44. Un second passage 52 fait communiquer l'autre extrémité radiale de la seconde cavité extrados 44 (c'est-à-dire au niveau du pied 12 de l'aube) avec une extrémité radiale voisine de la cavité centrale 46 du circuit extrados.

[0025] Le circuit de refroidissement extrados comporte aussi des orifices de sortie 54 s'ouvrant dans la cavité centrale 46 et débouchant sur la face intrados 20 de l'aube. Ces orifices 54 sont régulièrement répartis sur toute la hauteur radiale de l'aube.

[0026] 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 48. L'air parcourt d'abord la première cavité extradados 42 puis la seconde cavité extradados 44 et enfin la cavité centrale 46 avant d'être émis à l'intrados 20 de l'aube par les orifices de sortie 54.

[0027] On notera que les circuits de refroidissement intrados et extradados 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.

[0028] On notera également que les cavités intrados 24, 26 et les cavités extradados 42, 44 des circuits de refroidissement intrados et extradados sont disposées de part et d'autre de la paroi centrale 30. De plus, la cavité centrale 28 du circuit intrados est située du côté du bord d'attaque 16 de l'aube, tandis que la cavité centrale 46 du circuit extradados est disposée du côté du bord de fuite 18 de l'aube.

[0029] Comme représenté sur les figures 1 à 3, les parois internes des cavités 24, 26, 28, 42, 44 et 46 des circuits de refroidissement intrados et extradados peuvent être avantageusement munies de perturbateurs d'écoulement 56 destinés à accroître les transferts thermiques le long de ces parois.

[0030] 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 encore sous toutes autres formes équivalentes.

[0031] Des circuits de refroidissement supplémentaires permettent d'assurer le refroidissement du bord d'attaque 16 et du bord de fuite 18 de l'aube.

[0032] De manière générale, le circuit de refroidissement bord d'attaque comprend au moins une cavité 58 s'étendant radialement au voisinage du bord d'attaque 16 de l'aube, au moins un orifice d'admission d'air 60, 60' débouchant dans la cavité bord d'attaque 58 et des orifices de sortie 62 s'ouvrant dans la cavité bord d'attaque et débouchant sur le bord d'attaque de l'aube.

[0033] Quant au circuit de refroidissement bord de fuite, il comprend au moins une cavité 64 s'étendant radialement au voisinage du bord de fuite 18 de l'aube, au moins un orifice d'admission d'air 66, 66' débouchant dans la cavité bord de fuite 64 et des orifices de sortie 68 s'ouvrant dans la cavité bord de fuite et débouchant sur la face intrados 20 de l'aube.

[0034] On décrira maintenant différentes variantes de réalisation de ces circuits de refroidissement supplémentaires.

[0035] Dans le mode de réalisation des figures 1 à 3, le circuit de refroidissement bord d'attaque comporte une cavité centrale 70 qui s'étend radialement entre le pied 12 et le sommet 14 de l'aube et dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis l'intrados 20 jusqu'à l'extrados 22 de l'aube. Une ouverture d'admission d'air 72 est prévue

à une extrémité radiale de cette cavité centrale 70 (ici au niveau du pied 12 de l'aube).

[0036] Le circuit bord d'attaque comporte également une pluralité d'orifices d'admission d'air 60 répartis sur toute la hauteur de l'aube. Ces orifices s'ouvrent dans la cavité centrale 70 et débouchent dans la cavité bord d'attaque 58.

[0037] Ainsi, l'air de refroidissement parcourt la cavité centrale 70 puis la cavité bord d'attaque 58 avant d'être émis au bord d'attaque 16 de l'aube par les orifices de sortie 62. Comme représenté sur la figure 1, l'émission de l'air peut aussi être réalisé à l'intrados 20 et à l'extrados 22 de l'aube.

[0038] Toujours dans le mode de réalisation des figures 1 à 3, le circuit de refroidissement bord de fuite comporte en outre une cavité centrale 74 s'étendant radialement et dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis l'intrados 20 jusqu'à l'extrados 22 de l'aube et une ouverture 76 à une extrémité radiale de la cavité centrale 74 (ici au niveau du pied 12 de l'aube) pour alimenter en air le circuit.

[0039] Une pluralité d'orifices d'admission d'air 66 répartis sur toute la hauteur de l'aube s'ouvrent dans la cavité centrale 74 de ce circuit et débouchent dans la cavité bord de fuite 64.

[0040] La circulation de l'air dans ce circuit de refroidissement bord de fuite est similaire à celle du circuit bord d'attaque : l'air parcourt la cavité centrale 74 puis la cavité bord de fuite 64 avant d'être émis sur la face intrados 20 de l'aube au niveau du bord de fuite 18 de cette dernière.

[0041] Selon un autre mode de réalisation représenté par la figure 4, l'orifice d'admission d'air des circuits bord d'attaque et bord de fuite de l'aube 10' sont des ouvertures situées à l'extrémité radiale respective des cavités bord d'attaque 58 et bord de fuite 64 (en l'occurrence au niveau du pied 12 de l'aube) et débouchant dans ces dernières. Ces orifices d'admission d'air ne sont pas représentés sur la figure 4 mais ils sont du même type que ceux alimentant les circuits de refroidissement intrados et extradados de l'aube.

[0042] L'air de refroidissement parcourt donc les cavités bord d'attaque 58 et bord de fuite 64 du pied 12 vers le sommet 14 de l'aube avant d'être émis par les orifices de sortie respectifs 62, 68.

[0043] Selon encore un autre mode de réalisation représenté par la figure 5, le circuit de refroidissement bord d'attaque de l'aube 10" comporte une pluralité d'orifices d'admission d'air 60' débouchant dans la cavité bord d'attaque 58 et s'ouvrant dans la cavité centrale 28 du circuit de refroidissement intrados.

[0044] De même, le circuit de refroidissement bord de fuite de l'aube 10" comporte une pluralité d'orifices d'admission d'air 66' débouchant dans la cavité bord de fuite 64 et s'ouvrant dans la cavité centrale 46 du circuit de refroidissement extradados.

[0045] Ainsi, l'air de refroidissement alimentant les circuits bord d'attaque et bord de fuite provient respective-

ment du circuit intrados et du circuit extrados de l'aube.

[0046] On notera que par rapport au mode de réalisation des figures 1 à 3, ces variantes de réalisation des aubes 10', 10" des figures 4 et 5 ne comportent pas de cavité centrale dans les circuits de refroidissement bord d'attaque et bord de fuite. Ces modes de réalisation sont donc plus particulièrement adaptés aux aubes ayant une corde plus courte que celle décrite en liaison avec les figures 1 à 3.

[0047] Par rapport au mode de réalisation de la figure 4, celui de la figure 5 est par ailleurs plus spécifiquement destiné à une aube qui est soumise à des températures de gaz plus faibles.

[0048] Les circuits de refroidissement selon l'invention présentent de nombreux avantages. En particulier, la présence d'une paroi centrale qui est située le long du squelette dans la partie centrale de l'aube et qui est refroidie par l'air parcourant les cavités intrados et extrados des circuits intrados et extrados permet d'assurer un refroidissement efficace et homogène de l'aube. Il en résulte une baisse importante de la température moyenne de l'aube ce qui a pour conséquence d'augmenter considérablement la durée de vie de l'aube et donc de retarder leur remplacement. Les performances aérodynamiques de la turbine équipée de telles aubes ne sont par ailleurs pas dégradées par la présence de ces circuits de refroidissement. La fabrication par moulage d'une aube munie de tels circuits de refroidissement ne pose en outre aucun problème particulier.

[0049] Le mode de refroidissement des aubes selon l'invention présente également l'avantage de pouvoir aisément s'adapter à des aubes mobiles dites « à fort maître-couple ». Le maître-couple d'une aube correspond à l'aire la plus importante d'un cercle inscrit dans la coupe d'une aube. Aussi, une aube à fort maître-couple présente un cercle de diamètre plus important qu'une aube à maître-couple standard.

Revendications

1. Aube mobile (10, 10', 10") de turbomachine, comportant dans sa partie centrale (C) un circuit de refroidissement intrados et un circuit de refroidissement extrados, ledit circuit de refroidissement intrados comprenant :

au moins une première (24) et une seconde cavités intrados (26) s'étendant radialement et dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis l'intrados (20) de l'aube jusqu'à une paroi centrale (30) s'étendant radialement et selon la direction (32) du squelette de l'aube ;
une cavité centrale (28) s'étendant radialement et dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis l'intrados (20) jusqu'à l'extrados (22) de l'aube ;
une ouverture d'admission d'air (34) à une extrémité radiale de la première cavité intrados

(24) pour alimenter en air le circuit intrados ;
un premier passage (36) faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité intrados (24) avec une extrémité radiale voisine de la seconde cavité intrados (26) ;
un second passage (38) faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la seconde cavité intrados (26) avec une extrémité radiale voisine de la cavité centrale (28) ; et
des orifices de sortie (40) s'ouvrant dans la cavité centrale (28) et débouchant sur la face intrados (20) de l'aube ;
ledit circuit de refroidissement extrados comprenant :

au moins une première (42) et une seconde cavités extrados (44) s'étendant radialement et dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis l'extrados (22) de l'aube jusqu'à ladite paroi centrale (30) ;
une cavité centrale (46) s'étendant radialement et dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis l'intrados (20) jusqu'à l'extrados (22) de l'aube ;
une ouverture d'admission d'air (48) à une extrémité radiale de la première cavité extrados (42) pour alimenter en air le circuit extrados ;
un premier passage (50) faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la première cavité extrados (42) avec une extrémité radiale voisine de la seconde cavité extrados (44) ;
un second passage (52) faisant communiquer l'autre extrémité radiale de la seconde cavité extrados (44) avec une extrémité radiale voisine de la cavité centrale (46) ; et
des orifices de sortie (54) s'ouvrant dans la cavité centrale (46) et débouchant sur la face intrados (20) de l'aube.

2. Aube selon la revendication 1, comportant en outre un circuit de refroidissement bord d'attaque comprenant au moins une cavité (58) s'étendant radialement au voisinage du bord d'attaque (16) de l'aube, au moins un orifice d'admission d'air (60, 60') débouchant dans la cavité bord d'attaque (58) et des orifices de sortie (62) s'ouvrant dans ladite cavité bord d'attaque et débouchant sur le bord d'attaque (16) de l'aube.
3. Aube selon la revendication 2, dans laquelle l'orifice d'admission d'air est une ouverture située à l'extrémité radiale de la cavité bord d'attaque (58).
4. Aube selon la revendication 2, dans laquelle le circuit de refroidissement bord d'attaque comporte une pluralité d'orifices d'admission d'air (60') s'ouvrant dans

la cavité centrale (28) du circuit de refroidissement intrados et débouchant dans la cavité bord d'attaque (58).

5. Aube selon la revendication 2, dans laquelle le circuit de refroidissement bord d'attaque comporte en outre une cavité centrale (70) s'étendant radialement et dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis l'intrados (20) jusqu'à l'extrados (22) de l'aube, une ouverture (72) à une extrémité radiale de la cavité centrale (70) pour alimenter en air le circuit et une pluralité d'orifices d'admission d'air (60) s'ouvrant dans ladite cavité centrale (70) et débouchant dans la cavité bord d'attaque (58). 5
6. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comportant en outre un circuit de refroidissement bord de fuite comprenant au moins une cavité (64) s'étendant radialement au voisinage du bord de fuite (18) de l'aube, au moins un orifice d'admission d'air (66, 66') débouchant dans la cavité bord de fuite (64) et des orifices de sortie (68) s'ouvrant dans ladite cavité bord de fuite et débouchant sur la face intrados (20) de l'aube. 10
7. Aube selon la revendication 6, dans laquelle l'orifice d'admission d'air est une ouverture située à l'extrémité radiale de la cavité bord de fuite (64). 15
8. Aube selon la revendication 6, dans laquelle le circuit de refroidissement bord de fuite comporte une pluralité d'orifices d'admission d'air (66') s'ouvrant dans la cavité centrale (46) du circuit de refroidissement extrados et débouchant dans la cavité bord de fuite (64). 20
9. Aube selon la revendication 6, dans laquelle le circuit de refroidissement bord de fuite comporte en outre une cavité centrale (74) s'étendant radialement et dans le sens de l'épaisseur de l'aube depuis l'intrados (20) jusqu'à l'extrados (22) de l'aube, une ouverture (76) à une extrémité radiale de la cavité centrale (74) pour alimenter en air le circuit et une pluralité d'orifices d'admission d'air (66) s'ouvrant dans ladite cavité centrale et débouchant dans la cavité bord de fuite (64). 25
10. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle les parois internes des cavités (24, 26, 28, 42, 44, 46) des circuits de refroidissement intrados et extrados sont munies de perturbateurs d'écoulement (56) destinés à accroître les transferts thermiques le long de ces parois. 30
11. Turbine à gaz comportant au moins une aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 10. 35
12. Turbomachine comportant au moins une aube selon 40

l'une quelconque des revendications 1 à 10.

Claims

1. A moving blade (10, 10', 10'') for a turbomachine, comprising in its central portion (C) a pressure-side cooling circuit and a suction-side cooling circuit, said pressure-side cooling circuit comprising:
 - at least first and second pressure-side cavities (24, 26) extending radially and in the thickness direction of the blade from the pressure side (20) of the blade to a central wall (30) extending radially and along the skeleton direction (32) of the blade;
 - a central cavity (28) extending radially and in the thickness direction of the blade from the pressure side (20) to the suction side (22) of the blade;
 - an air admission opening (34) at one radial end of the first pressure-side cavity (24) for feeding the pressure-side circuit with air;
 - a first passage (36) causing the other radial end of the first pressure-side cavity (26) to communicate with a neighboring radial end of the second pressure-side cavity (26);
 - a second passage (38) causing the other radial end of the second pressure-side cavity (26) to communicate with a neighboring radial end of the central cavity (28); and
 - outlet orifices (40) opening out from the central cavity (28) and into the pressure-side face (20) of the blade;
 the suction-side cooling circuit comprising:
 - at least first and second suction-side cavities (42, 44) extending radially and in the thickness direction of the blade from the suction side (22) of the blade to said central wall (30);
 - a central cavity (46) extending radially and in the thickness direction of the blade from the pressure side (20) to the suction side (22) of the blade;
 - an air admission opening (48) at one radial end of the first suction-side cavity (42) to feed the suction-side circuit with air;
 - a first passage (50) causing the other radial end of the first suction-side cavity (42) to communicate with a neighboring radial end of the second suction-side cavity (44);
 - a second passage (52) causing the other radial end of the second suction-side cavity (44) to communicate with a neighboring radial end of the central cavity (46); and
 - outlet orifices (54) opening out from the central cavity (46) and into the pressure-

side face (20) of the blade.

2. A blade according to claim 1, further including a leading edge cooling circuit comprising at least one cavity (58) extending radially in the vicinity of the leading edge (16) of the blade, at least one air admission orifice (60, 60') opening out into the leading edge cavity (58), and outlet orifices (62) opening out from said leading edge cavity and into the leading edge (16) of the blade. 5
3. A blade according to claim 2, in which the air admission orifice is an opening situated at the radial end of the leading edge cavity (58). 10
4. A blade according to claim 2, in which the leading edge cooling circuit includes a plurality of air admission orifices (60') opening out from the central cavity (28) of the pressure-side cooling circuit and into the leading edge cavity (58). 15
5. A blade according to claim 2, in which the leading edge cooling circuit further includes a central cavity (70) extending radially and in the thickness direction of the blade from the pressure side (20) to the suction side (22) of the blade, an opening (72) at one radial end of the central cavity (70) for feeding the circuit with air, and a plurality of air admission orifices (60) opening out from the central cavity (70) and into the leading edge cavity (58). 20
6. A blade according to any one of claims 1 to 5, further including a trailing edge cooling circuit comprising at least one cavity (64) extending radially in the vicinity of the trailing edge (18) of the blade, at least one air admission orifice (66, 66') opening out into the trailing edge cavity (64), and air outlet orifices (68) opening out from the trailing edge cavity and into the pressure-side face (20) of the blade. 25
7. A blade according to claim 6, in which the air admission orifice is an opening situated at the radial end of the trailing edge cavity (64). 30
8. A blade according to claim 6, in which the trailing edge cooling circuit includes a plurality of air admission orifices (66') opening out from the central cavity (46) of the suction-side cooling circuit and into the trailing edge cavity (64). 35
9. A blade according to claim 6, in which the trailing edge cooling circuit further includes a central cavity (74) extending radially and across the blade from the pressure side (20) to the suction side (22) of the blade, an opening (76) at a radial end of the central cavity (74) for feeding the circuit with air, and a plurality of air admission orifices (66) opening out from said central cavity and into the trailing edge cavity 40

(64).

10. A blade according to any one of claims 1 to 9, in which the internal walls of the cavities (24, 26, 28, 42, 44, 46) of the pressure-side and suction-side cooling circuits are provided with flow disturbers (56) for increasing heat transfer along said walls. 45
11. A gas turbine including at least one blade according to any one of claims 1 to 10. 50
12. A turbomachine including at least one blade according to any one of claims 1 to 10. 55

Patentansprüche

1. Laufschaufel (10, 10', 10'') einer Turbomaschine, die in ihrem mittleren Teil (C) einen vorderseitigen Kühlkreis und einen rückseitigen Kühlkreis umfaßt, wobei der vorderseitige Kühlkreis folgendes aufweist:

wenigstens einen ersten (24) und einen zweiten vorderseitigen Hohlraum (26), die sich radial und in Richtung der Dicke der Schaufel von der Vorderseite (20) der Schaufel bis zu einer radial und entlang der Richtung (32) des Skeletts der Schaufel verlaufenden mittleren Wand (30) erstrecken;

einen mittleren Hohlraum (28), der sich radial und in Richtung der Dicke der Schaufel von der Vorderseite (20) bis zur Rückseite (22) der Schaufel erstreckt;

eine Luftzufuhröffnung (34) an einem radialen Ende des ersten vorderseitigen Hohlraums (24), um den vorderseitigen Kreis mit Luft zu versorgen;

einen ersten Durchgang (36), welcher das andere radiale Ende des ersten vorderseitigen Hohlraums (24) mit einem benachbarten radialen Ende des zweiten vorderseitigen Hohlraums (26) verbindet;

einen zweiten Durchgang (38), der das andere radiale Ende des zweiten vorderseitigen Hohlraums (26) mit einem benachbarten radialen Ende des mittleren Hohlraums (28) verbindet;

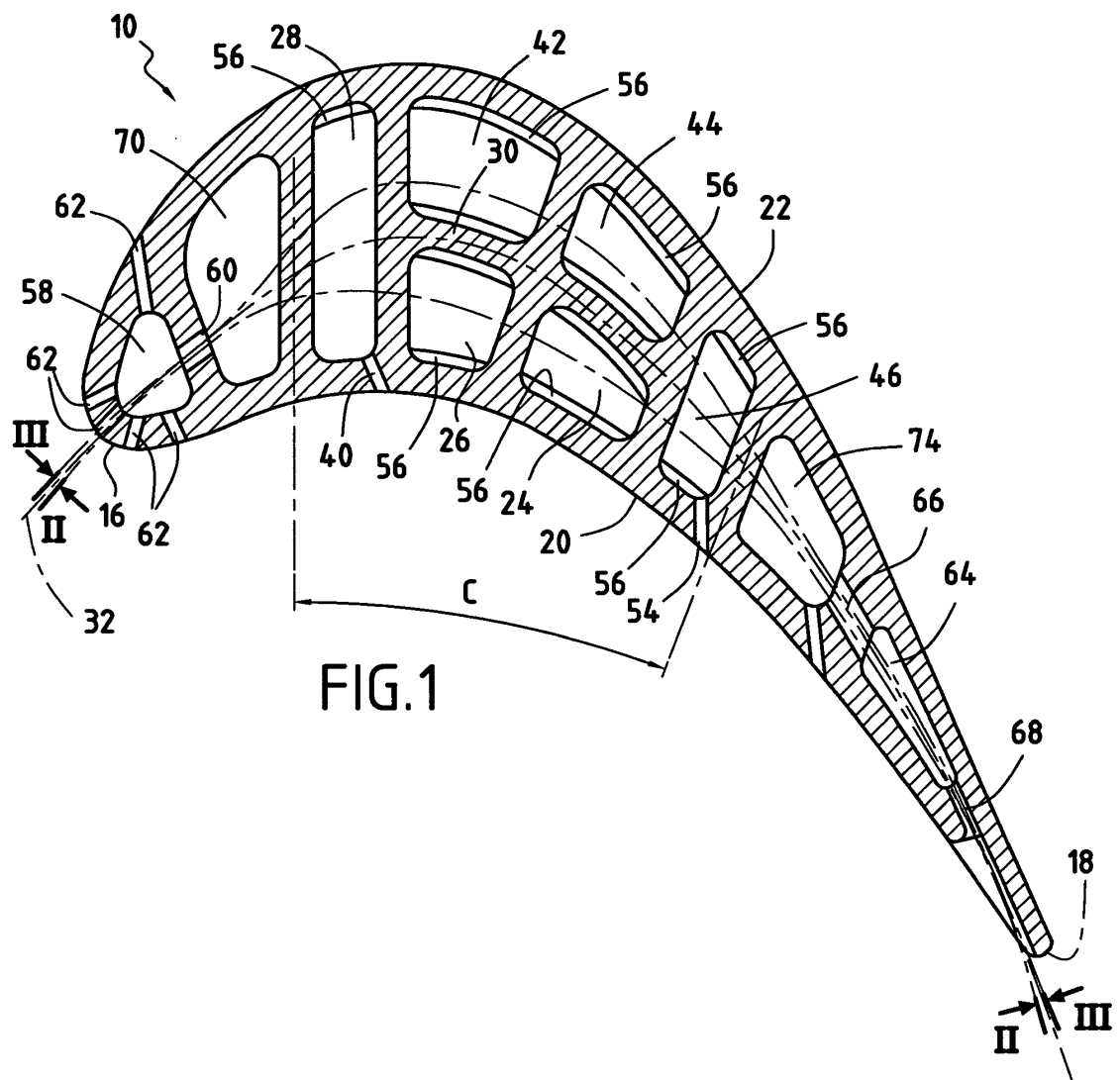
sowie

Auslaßöffnungen (40), die sich in den mittleren Hohlraum (28) öffnen und an der Vorderseite (20) der Schaufel ausmünden;

wobei der rückseitige Kühlkreis folgendes aufweist:

wenigstens einen ersten (42) und einen zweiten rückseitigen Hohlraum (44), die sich radial und in Richtung der Dicke der Schaufel von der Rückseite (22) der Schaufel bis zu der mittleren

- Wand (30) erstrecken;
einen mittleren Hohlraum (46), der sich radial und in Richtung der Dicke der Schaufel von der Vorderseite (20) bis zur Rückseite (22) der Schaufel erstreckt;
eine Luftzufuhröffnung (48) an einem radialen Ende des ersten rückseitigen Hohlraums (42), um den rückseitigen Kreis mit Luft zu versorgen;
einen ersten Durchgang (50), welcher das andere radiale Ende des ersten rückseitigen Hohlraums (42) mit einem benachbarten radialen Ende des zweiten rückseitigen Hohlraums (44) verbindet;
einen zweiten Durchgang (52), der das andere radiale Ende des zweiten rückseitigen Hohlraums (44) mit einem benachbarten radialen Ende des mittleren Hohlraums (46) verbindet; sowie
Auslaßöffnungen (54), die sich in den mittleren Hohlraum (46) öffnen und an der Vorderseite (20) der Schaufel ausmünden.
2. Schaufel nach Anspruch 1, die ferner einen Eintrittskantenkühlkreis aufweist, der wenigstens einen Hohlraum (58), welcher sich radial in der Nähe der Eintrittskante (16) der Schaufel erstreckt, wenigstens eine Luftzufuhröffnung (60, 60'), die in den Eintrittskantenhohlraum (58) mündet, sowie Auslaßöffnungen (62) aufweist, die sich in den Eintrittskantenhohlraum öffnen und an der Eintrittskante (16) der Schaufel ausmünden.
3. Schaufel nach Anspruch 2, bei der die Luftzufuhröffnung eine am radialen Ende des Eintrittskantenhohlraums (58) befindliche Öffnung ist.
4. Schaufel nach Anspruch 2, bei welcher der Eintrittskantenkühlkreis eine Vielzahl von Luftzufuhröffnungen (60') aufweist, die sich in den mittleren Hohlraum (28) des vorderseitigen Kühlkreises öffnen und in den Eintrittskantenhohlraum (58) münden.
5. Schaufel nach Anspruch 2, bei welcher der Eintrittskantenkühlkreis ferner einen mittleren Hohlraum (70), der sich radial und in Richtung der Dicke der Schaufel von der Vorderseite (20) bis zur Rückseite (22) der Schaufel erstreckt, eine Öffnung (72) an einem radialen Ende des mittleren Hohlraums (70), um den Kreis mit Luft zu versorgen, sowie eine Vielzahl von Luftzufuhröffnungen (60) aufweist, die sich in den mittleren Hohlraum (70) öffnen und in den Eintrittskantenhohlraum (58) münden.
6. Schaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, die ferner einen Austrittskantenkühlkreis aufweist, der wenigstens einen Hohlraum (64), welcher sich radial in der Nähe der Austrittskante (18) der Schaufel erstreckt, wenigstens eine Luftzufuhröffnung (66, 66'), die in den Austrittskantenhohlraum (64) mündet, sowie Auslaßöffnungen (68) aufweist, die sich in den Austrittskantenhohlraum öffnen und an der Vorderseite (20) der Schaufel ausmünden.
7. Schaufel nach Anspruch 6, bei der die Luftzufuhröffnung eine am radialen Ende des Austrittskantenhohlraums (64) befindliche Öffnung ist.
8. Schaufel nach Anspruch 6, bei welcher der Austrittskantenkühlkreis eine Vielzahl von Luftzufuhröffnungen (66') aufweist, die sich in den mittleren Hohlraum (46) des rückseitigen Kühlkreises öffnen und in den Austrittskantenhohlraum (64) münden.
9. Schaufel nach Anspruch 6, bei welcher der Austrittskantenkühlkreis ferner einen mittleren Hohlraum (74), der sich radial und in Richtung der Dicke der Schaufel von der Vorderseite (20) bis zur Rückseite (22) der Schaufel erstreckt, eine Öffnung (76) an einem radialen Ende des mittleren Hohlraums (74), um den Kreis mit Luft zu versorgen, sowie eine Vielzahl von Luftzufuhröffnungen (66) aufweist, die sich in den mittleren Hohlraum öffnen und in den Austrittskantenhohlraum (64) münden.
10. Schaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der die Innenwände der Hohlräume (24, 26, 28, 42, 44, 46) der vorderseitigen und rückseitigen Kühlkreise mit Strömungsstörern (56) versehen sind, die dazu bestimmt sind, die Wärmeübertragungen entlang dieser Wände zu erhöhen.
11. Gasturbine, die wenigstens eine Schaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 10 aufweist.
12. Turbomaschine, die wenigstens eine Schaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 10 aufweist.



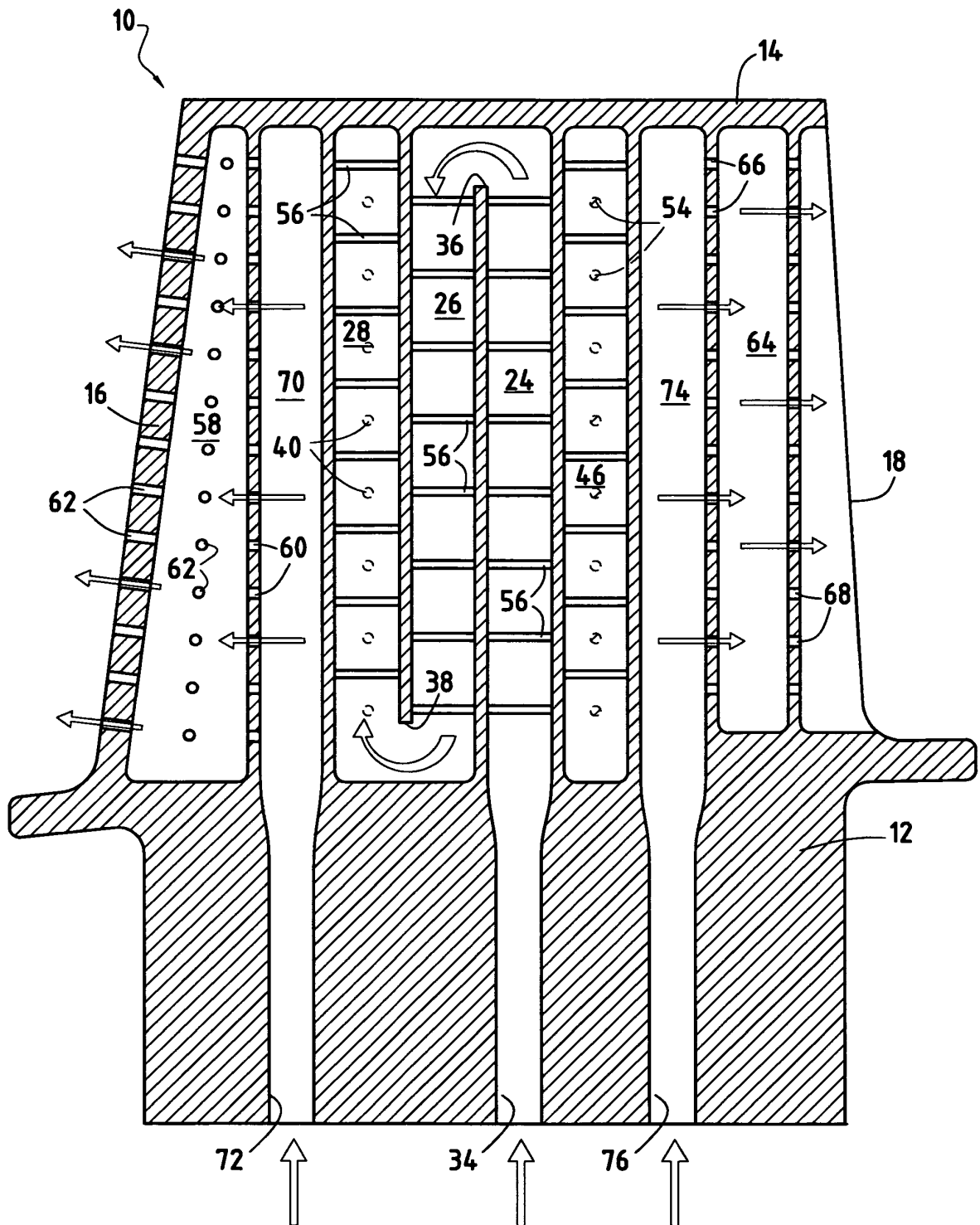


FIG.2

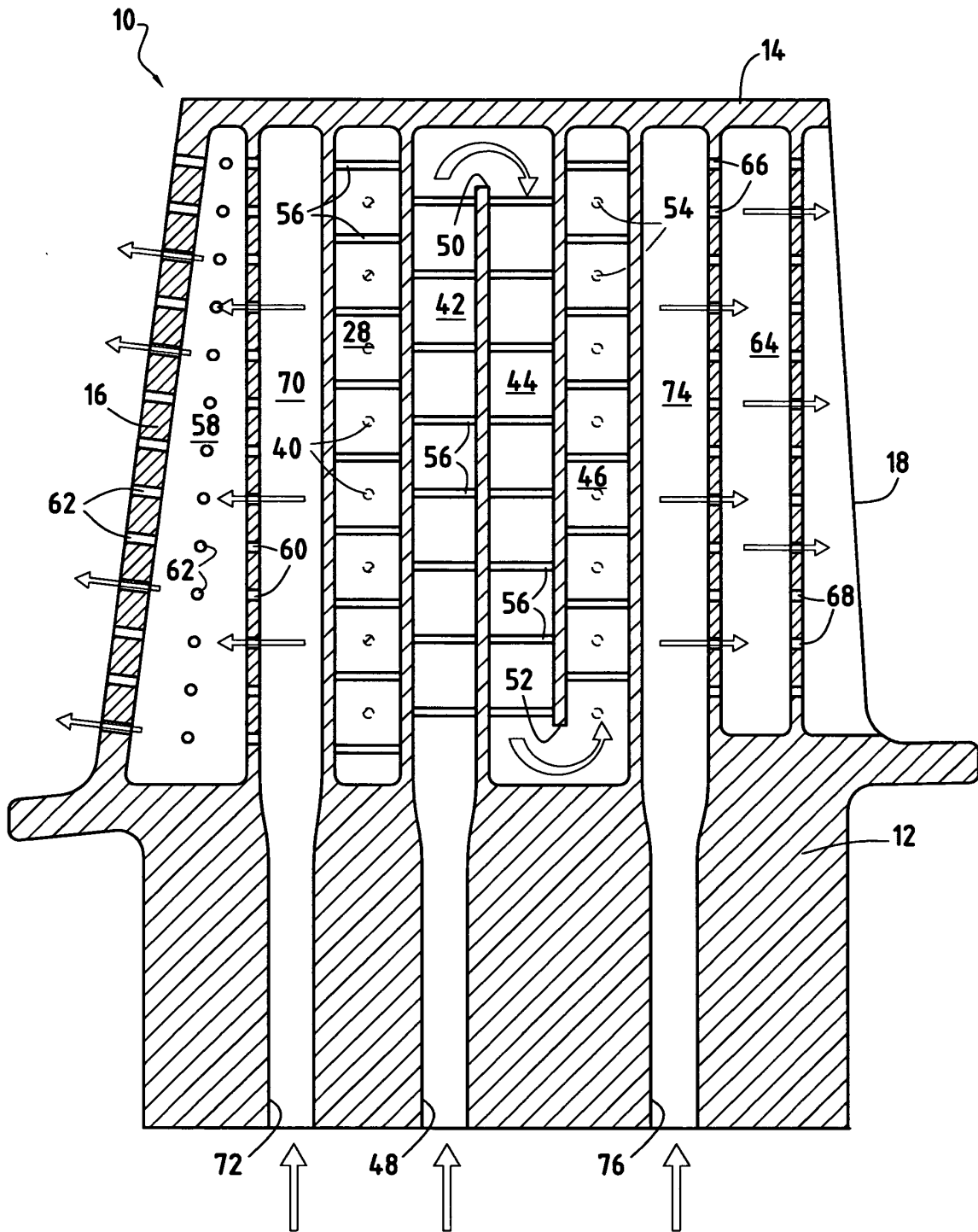


FIG.3

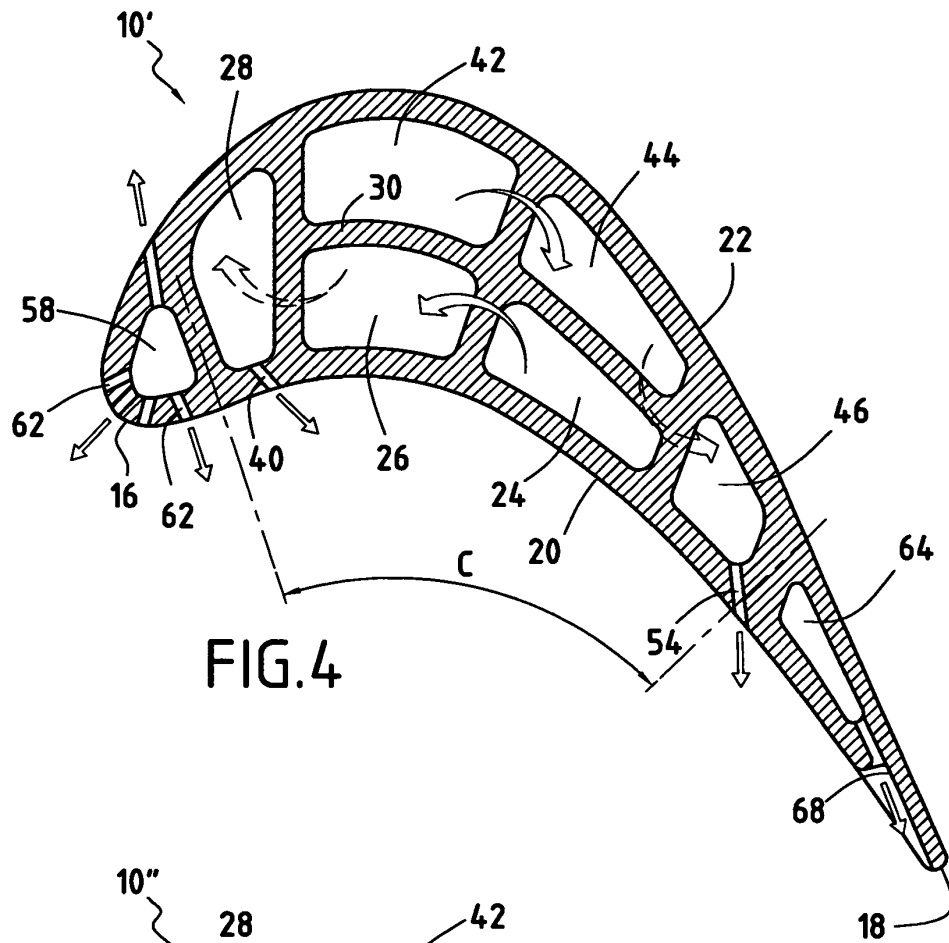


FIG.4

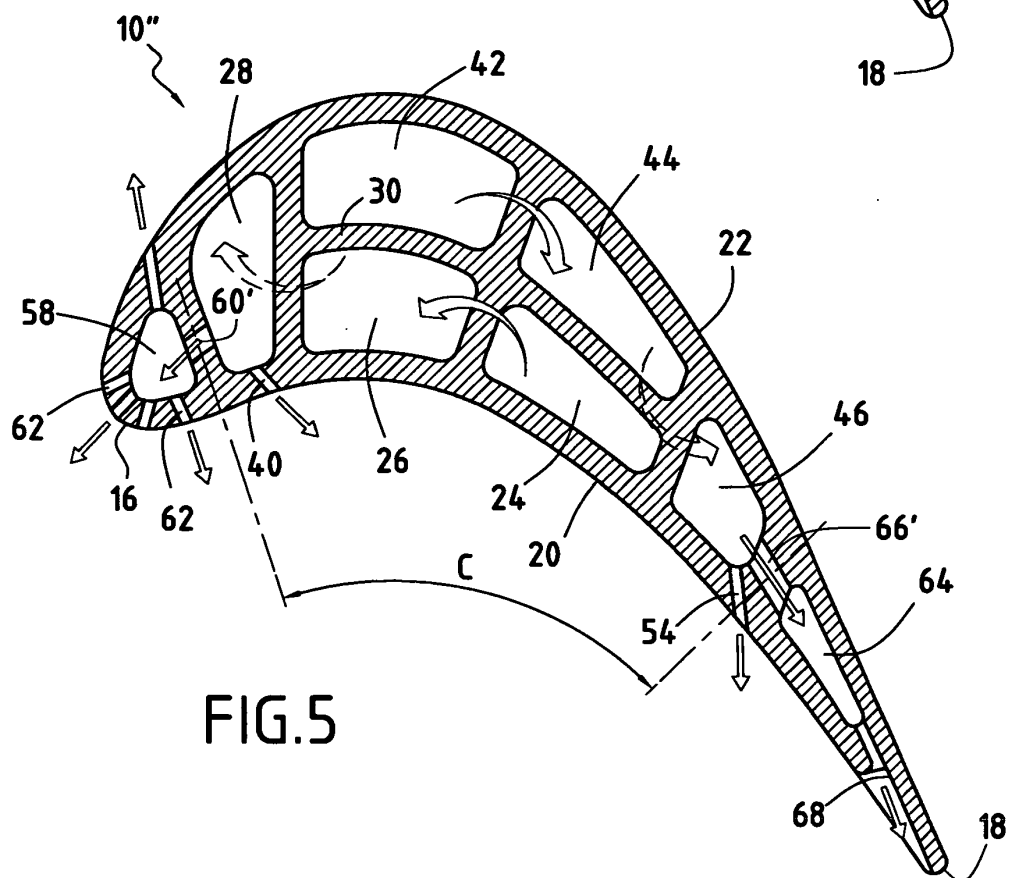


FIG.5

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]
- JP 60135606 A [0004]