

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 555 390 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
20.07.2005 Bulletin 2005/29

(51) Int Cl.7: F01D 5/18, F01D 5/14

(21) Numéro de dépôt: 04293046.1

(22) Date de dépôt: 20.12.2004

(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 MC NL PL PT RO SE SI SK TR

Etats d'extension désignés:

AL BA HR LV MK YU

(30) Priorité: 14.01.2004 FR 0400289

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

(72) Inventeurs:

- Boury, Jacques
77720 Saint Ouen en Brie (FR)
- Judet, Maurice
77190 Dammarie Les Lys (FR)
- Tabardin, Jacky
95400 Villiers Le Bel (FR)

(74) Mandataire: Joly, Jean-Jacques et al
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
75340 Paris Cédex 07 (FR)

(54) Fentes d'évacuation de l'air de refroidissement d'aubes de turbine

(57) Aube de turbine de turbomachine, comportant au moins une plate-forme inférieure (24) reliée au pied de l'aube (16) par une zone de raccordement inférieure (26), et un circuit de refroidissement composé d'au moins une cavité de refroidissement, d'une pluralité de fentes d'évacuation (30, 30a) aménagées le long du bord de fuite (22) de l'aube dont une fente d'évacuation inférieure (30a) disposée au voisinage du pied d'aube (16), la fente d'évacuation inférieure (30a) comportant une paroi latérale (36) munie d'une ouverture (38) s'ouvrant dans la cavité, une paroi en renforcement (32), une paroi inférieure (34) disposée du côté du pied d'aube, une arête inférieure (40) formée entre la paroi en renforcement (32) et la paroi inférieure (34), et un rebord inférieur (42) formé entre la paroi inférieure et la zone de raccordement inférieure (26), l'arête inférieure (40) et le rebord inférieur (42) de la fente inférieure (30a) présentant chacun une section droite de forme sensiblement arrondie de façon à supprimer toute angle saillant entre l'ouverture (38) de la fente et la zone de raccordement inférieure (26).

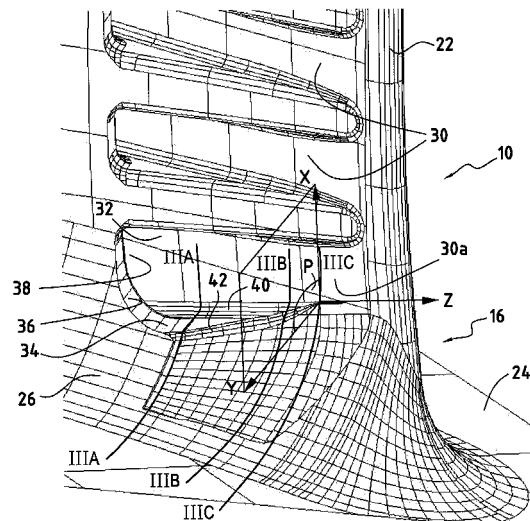


FIG.2

Description

Arrière-plan de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général des aubes de turbine, et plus particulièrement à la géométrie des fentes d'évacuation de l'air de refroidissement situées sur le bord de fuite d'aubes mobiles ou fixes d'une turbine de turbomachine.

[0002] Une turbine de turbomachine (par exemple, la turbine haute-pression) se compose d'une pluralité d'étages formés chacun d'un distributeur et d'une roue mobile. Le distributeur de la turbine comporte une pluralité d'aubes fixes destinées à redresser le flux de gaz le traversant et la roue mobile de la turbine est constituée d'une pluralité d'aubes mobiles.

[0003] Les aubes mobiles et fixes d'une telle turbine sont soumises aux températures très élevées des gaz issus de la chambre de combustion et qui traversent la turbine. Ces températures atteignent des valeurs largement supérieures à celles que peuvent supporter sans dommages les aubes qui sont en contact avec ces gaz, ce qui a pour conséquence de limiter leur durée de vie.

[0004] Afin de limiter les dommages causés par ces gaz chauds sur les aubes, il est connu de munir ces aubes de circuits de refroidissement internes visant à réduire la température de ces dernières. Grâce à de tels circuits, de l'air de refroidissement qui est introduit dans l'aube traverse celle-ci en suivant un trajet formé par des cavités pratiquées dans l'aube avant d'être éjecté par des fentes s'ouvrant à la surface de l'aube, entre le pied et le sommet de celle-ci.

[0005] Or, dans la pratique, on constate que pour une aube mobile de turbine, la fente la plus proche du pied de l'aube est mal refroidie. De même, pour une aube fixe de turbine, les fentes les plus proches du pied et du sommet d'aube sont aussi mal refroidies. En effet, des criques ont tendance à se former sur le bord de fuite de l'aube, au niveau de ces fentes. De telles criques compromettent la durée de vie de l'aube en diminuant notamment leur tenue mécanique.

[0006] La figure 7 illustre l'emplacement de telles criques pour une aube mobile de turbine. Cette figure est une vue partielle et en perspective d'une aube mobile 100 de turbine haute-pression. L'aube 100 comporte une surface aérodynamique 102 qui est reliée au niveau du pied d'aube 104 à une plate-forme 106 par l'intermédiaire d'une zone de raccordement 108. La surface aérodynamique 102 de l'aube s'étend axialement entre un bord d'attaque (non représenté sur la figure) et un bord de fuite 110. Afin d'assurer le refroidissement de l'aube 100, de l'air parcourt celle-ci en suivant un trajet formé par des cavités (non représentées) pratiquées dans l'aube avant d'être évacué par des fentes d'évacuation 112 s'ouvrant à la surface aérodynamique 102 de l'aube, au niveau de son bord de fuite 110.

[0007] Chaque fente d'évacuation 112 est notamment formée d'une paroi latérale 114 munie d'une ouverture

(non représentée) s'ouvrant dans les cavités parcourues par l'air de refroidissement. Chaque fente comporte également une paroi en renforcement 116 s'étendant entre la paroi latérale 114 et le bord de fuite 110 de l'aube, une paroi supérieure 118 et une paroi inférieure 120 qui s'étendent entre la paroi en renforcement 116 et la surface aérodynamique 102 de l'aube.

[0008] Dans la pratique, on constate qu'une ou plusieurs criques 122 (une seule est représentée sur la figure) se forment au niveau de la fente d'évacuation 112a qui est la fente la plus proche de la plate-forme 106 (ci-après appelée fente inférieure). Plus précisément, les criques 122 se forment au niveau de la paroi en renforcement 116 de la fente inférieure 112a et se propagent axialement depuis le bord de fuite 110 de l'aube vers la paroi latérale 114.

[0009] De telles criques résultent principalement d'une forte concentration de contraintes mécaniques au niveau de la fente inférieure 112a qui sont engendrées notamment par la paroi inférieure 120 de cette fente inférieure. Un risque existe que de telles criques se propagent sur toute la surface aérodynamique 102 de l'aube, limitant ainsi sa durée de vie.

[0010] Pour une aube fixe de turbine, des criques identiques apparaissent à la fois au niveau de la fente d'évacuation la plus proche de la plate-forme disposée du côté du pied d'aube, mais également au niveau de la fente d'évacuation la plus proche d'une autre plate-forme raccordée à l'aube par son sommet (ci-après appelée fente supérieure).

[0011] Afin de limiter l'apparition de ces criques, le brevet US 6,062,817 prévoit, pour une aube mobile, de supprimer partiellement la paroi inférieure de la fente d'évacuation la plus proche de la plate-forme de sorte que la paroi en renforcement de cette fente s'étende radialement en partie entre la paroi supérieure et la plate-forme de l'aube.

[0012] Cette solution est toutefois insuffisante. En effet, la fente inférieure de l'aube de ce brevet comporte toujours des arêtes vives au niveau de sa paroi inférieure. Le changement brusque d'épaisseur qui en résulte entraîne un mauvais écoulement de l'air de refroidissement évacué par cette fente. L'air évacué ne permet alors plus de refroidir la zone de raccordement entre la plate-forme et le pied de l'aube et des criques particulièrement préjudiciables à la durée de vie de l'aube apparaissent au niveau de cette zone.

Objet et résumé de l'invention

[0013] La présente invention vise donc à pallier de tels inconvénients en proposant une aube de turbine dont la ou les fentes la plus proche de la ou des plates-formes présente une géométrie permettant à la fois d'éviter la formation de criques et d'assurer un refroidissement de la zone de raccordement entre la ou les plates-formes et l'aube.

[0014] A cet effet, il est prévu une aube de turbine de

turbomachine, comportant une surface aérodynamique s'étendant radialement entre un pied d'aube et un sommet d'aube et axialement entre un bord d'attaque et un bord de fuite, au moins une plate-forme inférieure reliée au pied de l'aube par une zone de raccordement inférieure, et un circuit de refroidissement composé d'au moins une cavité s'étendant radialement entre le sommet et le pied d'aube, d'au moins une ouverture d'admission d'air à une extrémité radiale de la ou les cavités, d'une pluralité de fentes d'évacuation aménagées le long du bord de fuite de l'aube dont une fente d'évacuation inférieure disposée au voisinage du pied d'aube, la fente d'évacuation inférieure comportant une paroi latérale munie d'une ouverture s'ouvrant dans la ou les cavités, une paroi en renforcement, une paroi inférieure disposée du côté du pied d'aube, une arête inférieure formée entre la paroi en renforcement et la paroi inférieure, et un rebord inférieur formé entre la paroi inférieure et la zone de raccordement inférieure, caractérisée en ce que l'arête inférieure et le rebord inférieur de la fente d'évacuation inférieure présentent chacun une section droite de forme sensiblement arrondie de façon à supprimer toute angle saillant entre l'ouverture de la fente et la zone de raccordement inférieure.

[0015] De la sorte, la forme arrondie de la section droite de l'arête inférieure et du rebord inférieur de la fente d'évacuation inférieure évite toute formation de criques au niveau de la paroi en renforcement de cette fente. Par ailleurs, grâce à cette forme arrondie, un film d'air de refroidissement se crée au niveau de la zone de raccordement inférieure entre la plate-forme et le pied d'aube afin de refroidir cette zone. La température de la zone de raccordement est donc abaissée.

[0016] Selon une disposition particulière de l'invention, applicable au cas d'une aube fixe de distributeur, l'aube comporte en outre une plate-forme supérieure reliée au sommet de l'aube par une zone de raccordement supérieure, le circuit de refroidissement comportant en outre une fente d'évacuation supérieure disposée au voisinage du sommet d'aube et comportant une paroi latérale munie d'une ouverture s'ouvrant dans la ou les cavités, une paroi en renforcement, une paroi supérieure disposée du côté du sommet d'aube, une arête supérieure formée entre la paroi en renforcement et la paroi supérieure, et un rebord supérieur formé entre la paroi supérieure et la zone de raccordement supérieure ; caractérisée en ce que l'arête supérieure et le rebord supérieur de la fente d'évacuation supérieure présentent chacun une section droite de forme sensiblement arrondie de façon à supprimer toute angle saillant entre l'ouverture de ladite fente et la zone de raccordement supérieure.

[0017] De préférence, les formes arrondies de la section droite des arêtes et rebords s'étendent chacune axialement depuis l'ouverture de la fente d'évacuation jusqu'à un plan de sortie s'étendant axialement entre ladite ouverture de la fente d'évacuation et le bord de fuite de l'aube.

[0018] Les formes arrondies de la section droite des arêtes et rebords présentent avantageusement chacune un rayon de courbure qui est croissant depuis l'ouverture de la fente d'évacuation vers le plan de sortie. Dans ce cas, ces rayons de courbure sont de préférence tels que la paroi en renforcement de la fente d'évacuation et la zone de raccordement sont confondues.

[0019] Dans le cas d'une aube mobile, la paroi en renforcement de la fente d'évacuation inférieure peut présenter une inclinaison vers le sommet d'aube et l'ouverture de la paroi latérale de la fente d'évacuation inférieure peut être formée essentiellement dans la zone de raccordement inférieure.

[0020] L'invention a aussi pour objet un noyau pour l'obtention d'une aube telle que décrite précédemment, comportant une partie principale destinée à réservoir un emplacement pour la cavité de refroidissement de l'aube, la partie principale étant munie d'une pluralité de languettes terminales qui sont destinés à réservoir autant d'emplacements pour les fentes d'évacuation du circuit de refroidissement de l'aube, caractérisé en ce que la partie principale du noyau comporte en outre, au niveau d'un emplacement réservé à la fente d'évacuation inférieure, une languette inférieure de forme complémentaire à cette fente inférieure.

[0021] L'invention a encore pour objet une turbine haute-pression de turbomachine ayant une pluralité d'aubes mobiles telles que définies précédemment, ainsi qu'un distributeur de turbomachine comportant une pluralité d'aubes fixes telles que définies précédemment.

Brève description des dessins

[0022] 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 perspective d'une aube mobile de turbine selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue partielle et en perspective de la fente d'évacuation inférieure de l'aube de la figure 1 ;
- les figures 3A, 3B et 3C sont des vues en coupe respectives selon IIIA, IIIB et IIIC de la figure 2 ;
- la figure 4 est une en perspective d'une aube fixe de turbine selon l'invention ;
- la figure 5 est une vue partielle et en perspective de la fente d'évacuation supérieure de l'aube de la figure 4 ;
- la figure 6 est une vue partielle et en perspective d'un noyau pour l'obtention de l'aube de la figure 1 ; et
- la figure 7, déjà décrite, est une vue partielle et en perspective d'une aube mobile de turbine selon l'art

antérieur.

Description détaxée d'un mode de réalisation

[0023] La figure 1 représente en perspective une aube mobile 10 de turbine haute-pression de turbomachine. L'aube 10 est fixée sur une roue mobile de turbine (non représentée) par l'intermédiaire d'un emmanchement 12 en forme de saphir.

[0024] L'aube 10 se présente sous la forme d'une surface aérodynamique 14 qui s'étend radialement entre un pied d'aube 16 et un sommet d'aube 18 et axialement entre un bord d'attaque 20 et un bord de fuite 22. La surface aérodynamique 14 de l'aube définit ainsi l'intrados 14a et l'extrados 14b de l'aube.

[0025] L'emmanchement 12 de l'aube 10 se raccorde au pied d'aube 16 au niveau d'une plate-forme inférieure 24 définissant une paroi pour la veine d'écoulement des gaz de combustion au travers de la turbine. La plate-forme 24 est reliée au pied d'aube 16 par une zone de raccordement inférieure 26.

[0026] L'aube qui est soumise aux températures très élevées des gaz de combustion traversant la turbine nécessite d'être refroidie. A cet effet, et de façon connue en soi, l'aube 10 comporte un ou plusieurs circuits internes de refroidissement.

[0027] Chaque circuit de refroidissement se compose d'au moins une cavité 28 s'étendant radialement entre le pied 16 et le sommet 18 d'aube. La cavité est alimentée en air de refroidissement à l'une de ses extrémités radiales par une ouverture d'admission d'air (non représentée). Cette ouverture d'admission d'air est généralement prévue au niveau de l'emmanchement 12 de l'aube 10.

[0028] Afin d'évacuer l'air de refroidissement s'écoulant dans la cavité 28 des circuits de refroidissement, une pluralité de fentes 30 sont réparties le long du bord de fuite 22, entre le pied 16 et le sommet 18 d'aube. Ces fentes d'évacuation 30 s'ouvrent dans la cavité 28 et débouchent à l'intrados 14a de l'aube, au niveau de son bord de fuite 22.

[0029] Plus particulièrement comme illustré sur les figures 2 et 3A à 3C, l'aube 10 comporte une fente d'évacuation inférieure 30a qui est disposée au voisinage du pied d'aube 16. Par rapport aux autres fentes d'évacuation 30, cette fente inférieure 30a est celle qui est la plus proche de la plate-forme inférieure 24.

[0030] La fente d'évacuation inférieure 30a se compose d'une paroi en renforcement (ou en retrait) 32, d'une paroi (ou marche) inférieure 34, et d'une paroi latérale 36 munie d'une ouverture 38 s'ouvrant dans la cavité 28 du circuit de refroidissement.

[0031] Par paroi inférieure, on entend la paroi qui est disposée du côté du pied d'aube 16. La paroi en renforcement 32 s'étend radialement depuis la paroi inférieure 34 vers le sommet d'aube 18 et axialement entre la paroi latérale 36 et le bord de fuite 22 de l'aube. En outre, la paroi inférieure 34 s'étend entre la paroi en renforce-

ment 32 et la zone de raccordement inférieure 26.

[0032] Ainsi, on peut définir, pour la fente d'évacuation inférieure 30a, une arête inférieure 40 formée entre la paroi en renforcement 32 et la paroi inférieure 34. De même, un rebord inférieur 42 est formé entre la paroi inférieure 34 et la zone de raccordement inférieure 26.

[0033] Cette géométrie particulière de la fente d'évacuation inférieure 30a assure un guidage de l'air issu de la cavité du circuit de refroidissement via l'ouverture 38 et permet ainsi de refroidir le bord de fuite 22 de l'aube qui est la partie de l'aube la moins épaisse et donc la plus exposée aux températures élevées des gaz de combustion.

[0034] Selon l'invention, l'arête inférieure 40 et le rebord inférieur 42 de la fente d'évacuation inférieure 30a présentent chacun une section droite de forme sensiblement arrondie de façon à supprimer toute angle saillant entre l'ouverture 38 de la fente 30a et la zone de raccordement inférieure 26. Ainsi, toute formation de criques au niveau de la paroi en renforcement 32 de la fente d'évacuation inférieure 30a est évitée.

[0035] Selon une caractéristique particulière de l'invention, les formes arrondies de la section droite de l'arête 40 et du rebord 42 inférieurs s'étendent chacune axialement depuis l'ouverture 38 de la fente d'évacuation inférieure 30a jusqu'à un plan de sortie P s'étendant axialement entre l'ouverture de la fente d'évacuation et le bord de fuite 22 de l'aube.

[0036] Le plan de sortie P peut être défini par rapport à un système de coordonnées formés par des axes X, Y et Z représentés sur la figure 2. Par rapport à ce système de coordonnées, le plan de sortie P est parallèle au plan XY.

[0037] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, les formes arrondies de la section droite de l'arête 40 et du rebord 42 inférieurs présentent chacune un rayon de courbure qui est croissant depuis l'ouverture 38 de la fente d'évacuation inférieure 30a vers le plan de sortie P.

[0038] Cette caractéristique est notamment illustrée sur les figures 3A à 3C sur lesquelles on remarque bien que les rayons de courbure de l'arête 40 et du rebord 42 inférieurs augmentent à mesure que l'on s'éloigne de l'ouverture 38. Ainsi, sur la figure 3A qui est la coupe la plus proche de l'ouverture 38 de la fente inférieure 30a, ces rayons de courbure sont plus petits que ceux de la figure 3C qui représente une coupe dans le plan de sortie P.

[0039] Il est également possible d'avoir une variation différente des rayons de courbure de l'arête 40 et du rebord 42 inférieurs. Ces rayons de courbure peuvent en effet être constants ou décroîtront à mesure que l'on s'éloigne de l'ouverture 38.

[0040] Par ailleurs, à mesure que l'on s'éloigne de l'ouverture 38 de la fente inférieure 30a, la largeur (dans le sens intrados/extrados) de la paroi inférieure 34 diminue jusqu'à disparaître complètement au niveau de la coupe représentée par la figure 3C (c'est-à-dire au

niveau du plan de sortie P).

[0041] Selon encore une autre caractéristique particulière de l'invention illustrée par cette même figure 3C, au niveau du plan de sortie P, les rayons de courbure des formes arrondies de l'arête 40 et du rebord 42 inférieurs sont tels que la paroi en renforcement 32 de la fente inférieure 30a et la zone de raccordement inférieur 26 sont confondues.

[0042] De même, les rayons de courbure des formes arrondies de l'arête 40 et du rebord 42 inférieurs sont également confondues au niveau du plan de sortie P. Ceci provient du fait que la largeur (dans le sens intrados/extrados) de la paroi inférieure 34 de la fente inférieure disparaît au niveau du plan de sortie P.

[0043] Ainsi, il est possible de conserver en partie la fonction de guidage de l'air qui est issu de la cavité 28 du circuit de refroidissement et évacué par cette fente.

[0044] Toutes discontinuités brutales d'épaisseur au niveau de la fente inférieure 30a et de la zone de raccordement 26 sont ainsi supprimées, ce qui permet de créer un film de refroidissement au niveau de l'intrados 14a de la zone de raccordement 26. L'air de refroidissement issu de l'ouverture 38 de la fente inférieure 30a vient donc « lécher » la zone de raccordement 26 afin d'en abaisser la température.

[0045] Cette géométrie particulière de la fente d'évacuation inférieure s'applique aussi bien à une aube mobile de turbine telle que représentée sur la figure 1, qu'à une aube fixe de distributeur telle que représentée sur la figure 4.

[0046] La figure 4 illustre donc une aube fixe 50 de distributeur de turbine haute-pression d'une turbomachine. Les références figurant sur cette figure 4 qui sont identiques à celles de la figure 1 désignent les mêmes éléments que ceux décrits en liaison avec la figure 1.

[0047] Par rapport à l'aube fixe décrite en liaison avec la figure 1, cette aube fixe 50 est montée entre deux plates-formes ; à savoir une plate-forme inférieure 52 et une plate-forme supérieure 54. La plate-forme supérieure 54 est reliée au sommet 18 de l'aube par une zone de raccordement supérieure 56, tandis que la plate-forme inférieure 52 est reliée au pied d'aube 16 par une zone de raccordement inférieure 58.

[0048] Comme pour l'aube mobile de la figure 1, le circuit de refroidissement de l'aube fixe 50 comporte une pluralité de fentes d'évacuation 30 dont une fente inférieure 30a qui s'ouvre dans la cavité de refroidissement 28, qui est disposée au voisinage du pied d'aube 16 et qui débouche à l'intrados 14a de l'aube. Cette fente d'évacuation inférieure 30a présente les mêmes particularités que celles de l'aube mobile de la figure 1.

[0049] Par ailleurs, le circuit de refroidissement de l'aube fixe 50 comporte en outre une fente d'évacuation supérieure 30b qui s'ouvre également dans la cavité de refroidissement 28 et qui est disposée au voisinage du sommet d'aube 18. Cette fente supérieure 30b débouche à l'intrados 14a de l'aube 50.

[0050] Comme illustré sur la figure 5, cette fente su-

périeure 30b se compose d'une paroi latérale 60 munie d'une ouverture 62 s'ouvrant dans la cavité de refroidissement 28, d'une paroi en renforcement 64, et d'une paroi supérieure 66 disposée du côté du sommet d'aube 18. Par paroi supérieure 66, on entend la paroi qui est située du côté du sommet d'aube 18.

[0051] Ainsi, on peut définir pour cette fente 30b une arête supérieure 70 formée entre la paroi en renforcement 64 et la paroi supérieure 66, et un rebord supérieur 72 formé entre la paroi supérieure 66 et la zone de raccordement supérieure 56.

[0052] Conformément à l'invention, l'arête supérieure 70 et le rebord supérieur 72 de la fente d'évacuation supérieure 30b présentent chacun une section droite de forme sensiblement arrondie de façon à supprimer toute angle saillant entre l'ouverture 62 de la fente 30b et la zone de raccordement supérieure 56.

[0053] Par simple symétrie, les caractéristiques particulières de la fente inférieure de l'aube qui ont été précédemment décrites en liaison avec les figures 1, 2 et 3A à 3C s'appliquent également à la fente supérieure 30b de cette aube fixe 50.

[0054] De manière générale, les aubes mobile 10 et fixe 50 selon l'invention, sont obtenues directement par moulage.

[0055] A cet effet, l'aube est réalisée en coulant un métal dans un moule contenant un noyau céramique qui a notamment pour fonction de réserver un emplacement pour le circuit de refroidissement de l'aube (c'est à dire pour la cavité 28 et chaque fente d'évacuation 30, 30a et 30b). Une fois le métal coulé dans le moule, l'aube est refroidie et le noyau céramique est retiré.

[0056] La figure 6 représente un noyau céramique 80 permettant de réserver un emplacement pour le circuit de refroidissement de l'aube mobile 10 de la figure 1. Cette figure 6 illustre ce noyau du côté extrados de l'aube.

[0057] Le noyau 80 comporte une partie principale 82 destinée à réserver un emplacement pour la ou les cavités de refroidissement de l'aube. Cette partie principale 82 est munie d'une pluralité de languettes terminales (ou doigts) 84 qui sont destinés à réserver autant d'emplacements pour les fentes d'évacuation du circuit de refroidissement de l'aube.

[0058] Afin d'obtenir directement en sortie de fonderie les formes arrondies de la section droite de l'arête et du rebord inférieurs de la fente d'évacuation inférieure de l'aube, le noyau céramique 80 présente, au niveau de l'emplacement réservé à cette fente inférieure, une languette inférieure 84a de forme complémentaire à ces formes arrondies.

[0059] Plus précisément, la languette inférieure 84a comporte un premier bord 86 de forme complémentaire à la paroi en renforcement de la fente inférieure, un deuxième bord 88 de forme complémentaire à la paroi inférieure de cette fente, et un troisième bord 90 de forme complémentaire à sa paroi latérale.

[0060] L'arête inférieure 92 formée entre le premier

86 et deuxième bord 88 bords présente ainsi une section droite de forme sensiblement arrondie. De même, le rebord inférieur 94 formé entre le deuxième bord 88 et un bord (non représenté) de forme complémentaire à la zone de raccordement inférieure de l'aube à la plate-forme inférieure présente aussi une section droite de forme sensiblement arrondie.

[0061] De la sorte, il est possible de reproduire en série les mêmes formes arrondies au niveau de la section droite des arêtes et rebords inférieurs de la fente d'évacuation inférieure de l'aube.

[0062] Bien entendu, lorsqu'il s'agit d'une aube fixe telle que celle décrite en liaison avec les figures 4 et 5, le noyau céramique d'une telle aube présente également, au niveau de l'emplacement réservé à la fente d'évacuation supérieure, une languette supérieure permettant de reproduire les formes arrondies de la section droite de l'arête et du rebord supérieurs.

[0063] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention appliquée à une aube mobile, la paroi en renforcement 32 de la fente d'évacuation inférieure 30a présente une inclinaison vers le sommet d'aube. Cette inclinaison (par exemple de l'ordre de 10° à 30°), qui est notamment illustrée sur la figure 1, permet également d'augmenter le refroidissement de la zone de raccordement 26 entre la plate-forme 24 et le pied d'aube 16.

[0064] De même, toujours afin d'améliorer le refroidissement de la zone de raccordement 26, l'ouverture 38 de la fente d'évacuation inférieure 30a d'une telle aube mobile 10 est de préférence formée essentiellement dans la zone de raccordement 26 entre la plate-forme 24 et le pied d'aube 16.

Revendications

1. Aube (10 ; 50) de turbine de turbomachine, comportant :

une surface aérodynamique (14) s'étendant radialement entre un pied d'aube (16) et un sommet d'aube (18) et axialement entre un bord d'attaque (20) et un bord de fuite (22) ; au moins une plate-forme inférieure (24 ; 52) reliée au pied (16) de l'aube par une zone de raccordement inférieure (26 ; 58) ; et un circuit de refroidissement composé d'au moins une cavité (28) s'étendant radialement entre le sommet (18) et le pied d'aube (16), d'au moins une ouverture d'admission d'air à une extrémité radiale de la ou les cavités (28), d'une pluralité de fentes d'évacuation (30, 30a, 30b) aménagées le long du bord de fuite (22) de l'aube dont une fente d'évacuation inférieure (30a) disposée au voisinage du pied d'aube (16), ladite fente d'évacuation inférieure (30a) comportant :

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

une paroi latérale (36) munie d'une ouverture (38) s'ouvrant dans la ou les cavités (28),

une paroi en renforcement (32),
une paroi inférieure (34) disposée du côté du pied d'aube (16),
une arête inférieure (40) formée entre la paroi en renforcement (32) et la paroi inférieure (34), et
un rebord inférieur (42) formé entre la paroi inférieure (34) et la zone de raccordement inférieure (26 ; 58) ;

caractérisée en ce que l'arête inférieure (40) et le rebord inférieur (42) de la fente d'évacuation inférieure (30a) présentent chacun une section droite de forme sensiblement arrondie de façon à supprimer toute angle saillant entre l'ouverture (38) de ladite fente (30a) et la zone de raccordement inférieure (26 ; 58).

2. Aube (50) selon la revendication 1, comportant en outre une plate-forme supérieure (54) reliée au sommet (16) de l'aube par une zone de raccordement supérieure (56), le circuit de refroidissement comportant en outre une fente d'évacuation supérieure (30b) disposée au voisinage du sommet d'aube et comportant :

une paroi latérale (60) munie d'une ouverture (62) s'ouvrant dans la ou les cavités (28),
une paroi en renforcement (64),
une paroi supérieure (66) disposée du côté du sommet d'aube,
une arête supérieure (70) formée entre la paroi en renforcement (64) et la paroi supérieure (66), et
un rebord supérieur (72) formé entre la paroi supérieure (66) et la zone de raccordement supérieure (56) ;

caractérisée en ce que l'arête supérieure (70) et le rebord supérieur (72) de la fente d'évacuation supérieure (30b) présentent chacun une section droite de forme sensiblement arrondie de façon à supprimer toute angle saillant entre l'ouverture (62) de ladite fente (30b) et la zone de raccordement supérieure (70).

3. Aube selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisée en ce que** les formes arrondies de la section droite des arêtes (40, 70) et rebords (42, 72) s'étendent chacune axialement depuis l'ouverture (38, 62) de la fente d'évacuation (30a, 30b) jusqu'à un plan de sortie (P) s'étendant axialement entre ladite ouverture (38, 62) de la fente d'évacuation (30a, 30b) et le bord de fuite (22) de l'aube.

4. Aube selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** les formes arrondies de la section droite des arêtes (40, 70) et rebords (42, 72) présentent chacune un rayon de courbure qui est croissant depuis l'ouverture (38, 62) de la fente d'évacuation (30a, 30b) vers le plan de sortie (P). 5
5. Aube selon la revendication 4, **caractérisée en ce qu'au** niveau du plan de sortie (P), les rayons de courbure des formes arrondies de la section droite des arêtes (40, 70) et rebords (42, 72) sont tels que la paroi en renforcement (32, 64) de la fente d'évacuation (30a, 30b) et la zone de raccordement (26, 58, 70) sont confondues. 10
6. Aube selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'elle** constitue une aube mobile (10) de turbine haute-pression de turbomachine. 15
7. Aube selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** la paroi en renforcement (32) de la fente d'évacuation inférieure (30a) présente une inclinaison vers le sommet d'aube (18). 20
8. Aube selon l'une des revendications 6 et 7, **caractérisée en ce que** l'ouverture (38) de la paroi latérale (36) de la fente d'évacuation inférieure (30a) est formée essentiellement dans la zone de raccordement inférieure (26). 25
9. Aube selon la revendication 2, **caractérisée en ce qu'elle** constitue une aube fixe (50) de distributeur de turbine haute-pression de turbomachine. 30
10. Noyau pour l'obtention d'une aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comportant une partie principale (82) destinée à réserver un emplacement pour la cavité de refroidissement de l'aube, ladite partie principale (82) étant munie d'une pluralité de languettes terminales (84) qui sont destinées à réserver autant d'emplacements pour les fentes d'évacuation du circuit de refroidissement de l'aube, **caractérisé en ce que** la partie principale (82) du noyau comporte en outre, au niveau d'un emplacement réservé à la fente d'évacuation inférieure, une languette inférieure (84a) de forme complémentaire à cette fente inférieure. 35
11. Turbine haute-pression de turbomachine, **caractérisée en ce qu'elle** comporte une pluralité d'aubes mobiles (10) selon l'une quelconque des revendications 6 à 8. 50
12. Distributeur de turbomachine, **caractérisé en ce qu'il** comporte une pluralité d'aubes fixes selon la revendication 10. 55

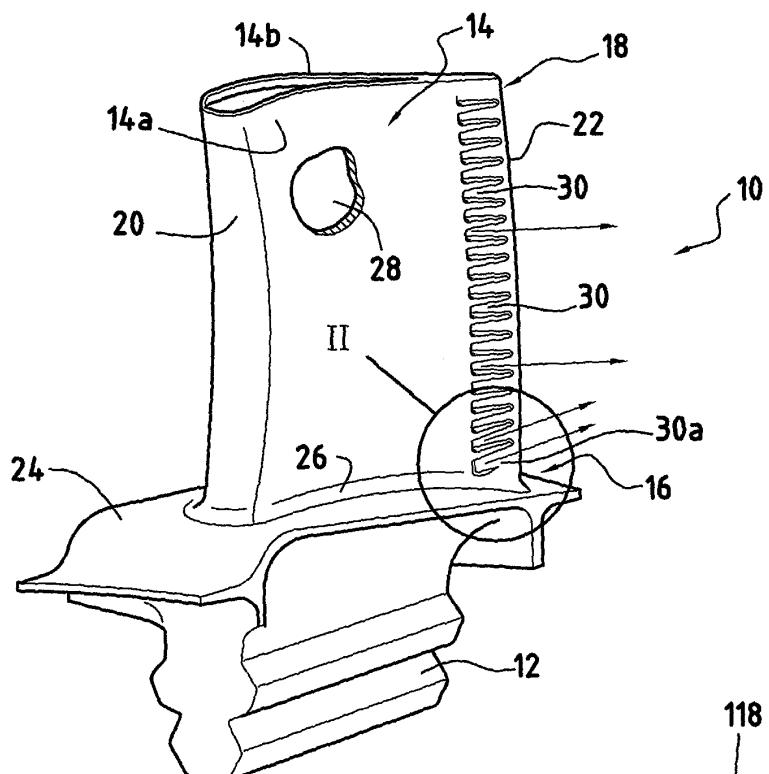


FIG.1

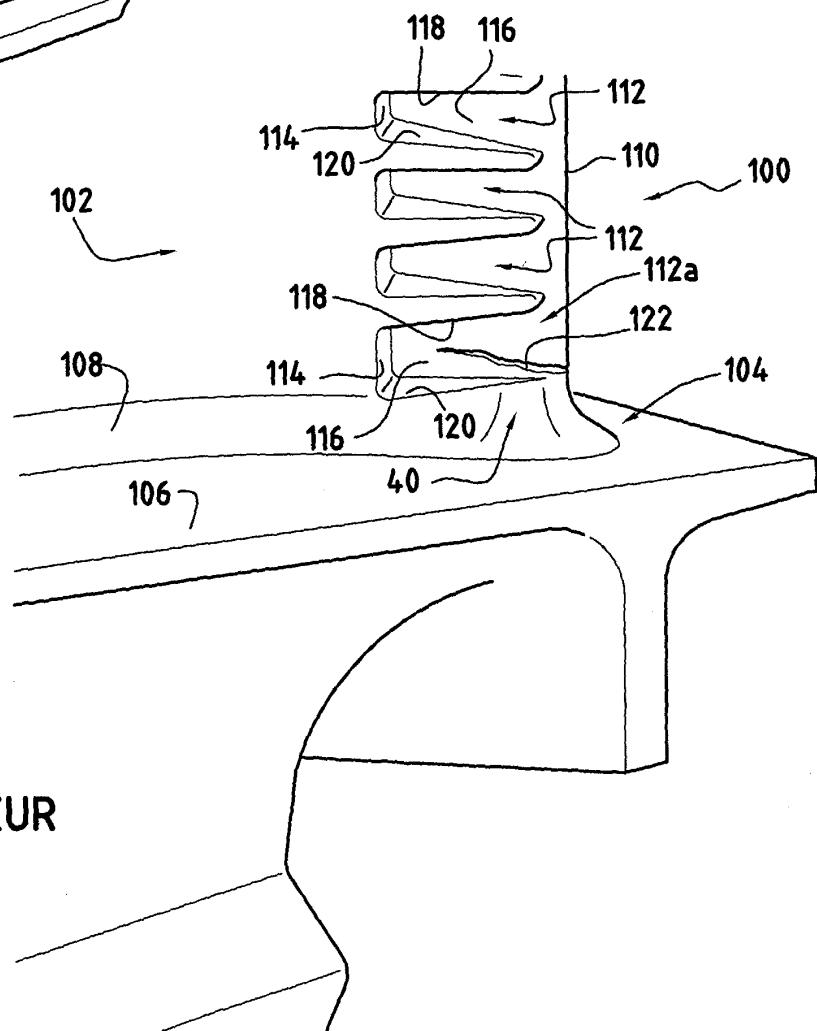


FIG.7
ART ANTERIEUR

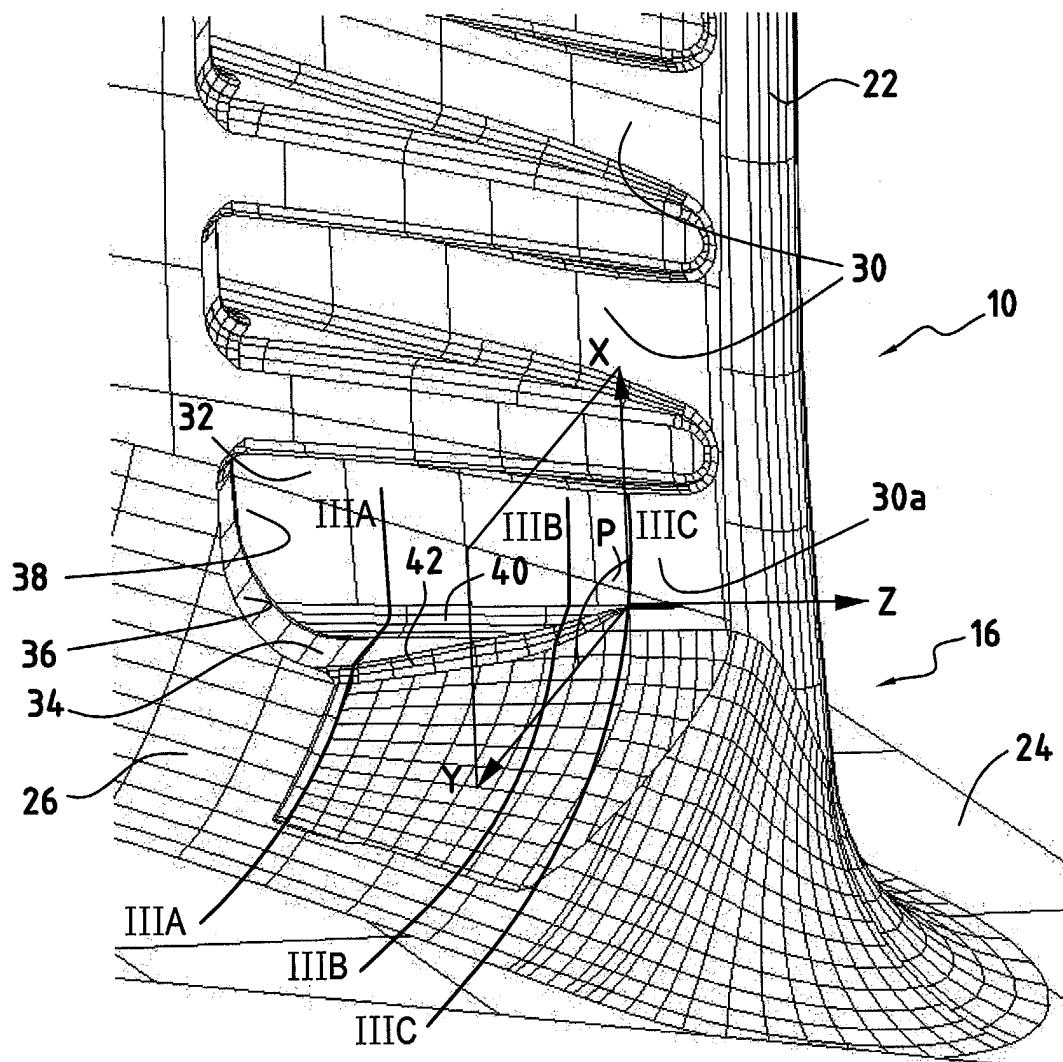
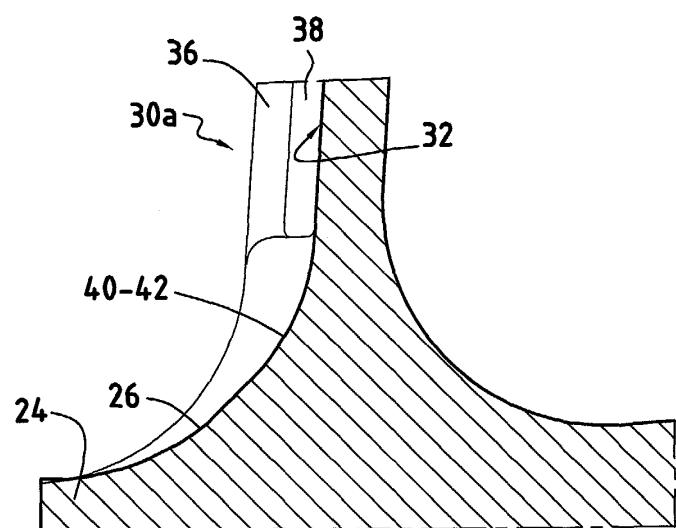
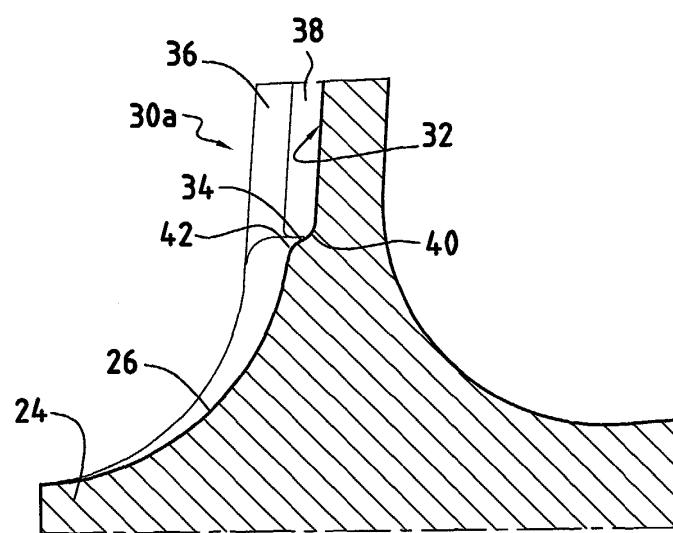
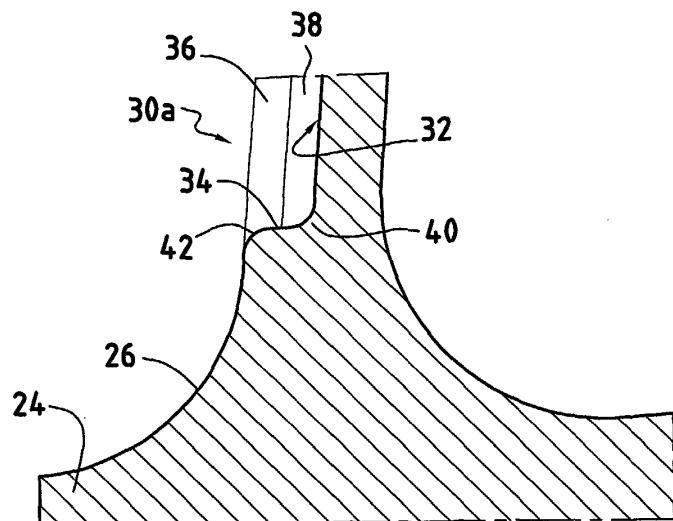


FIG.2



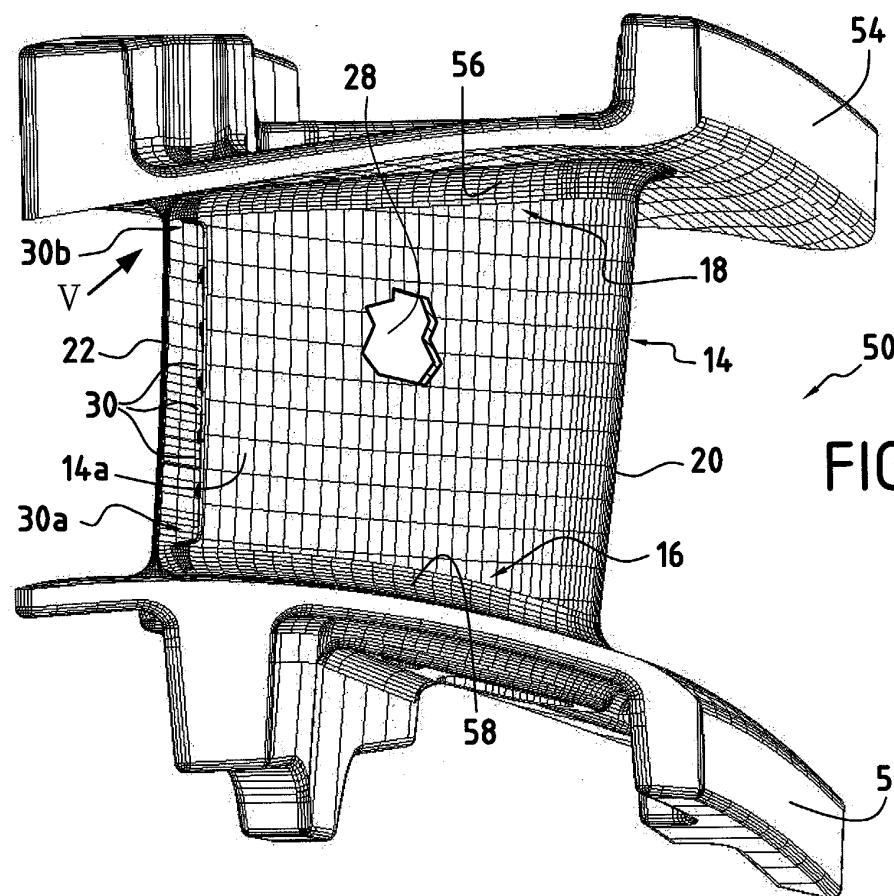


FIG. 4

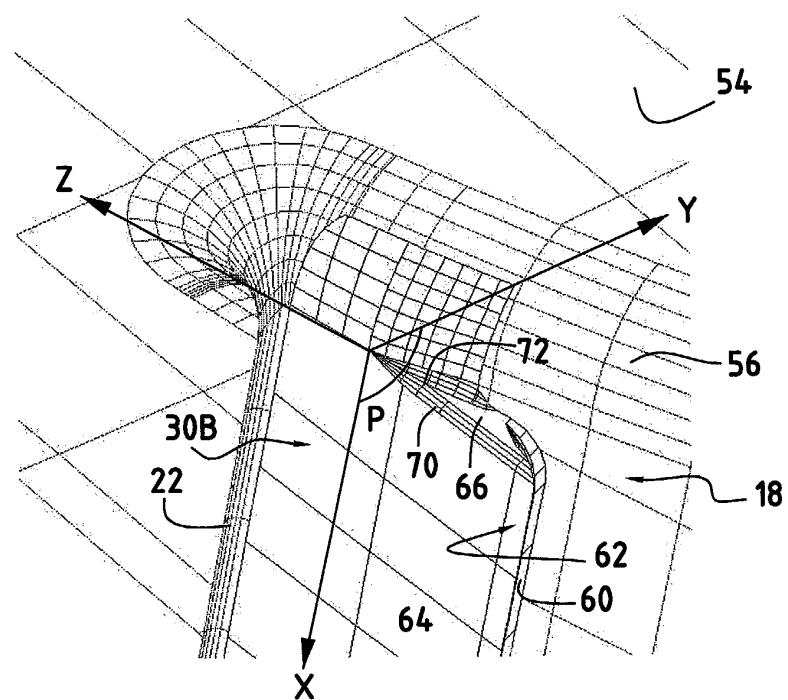
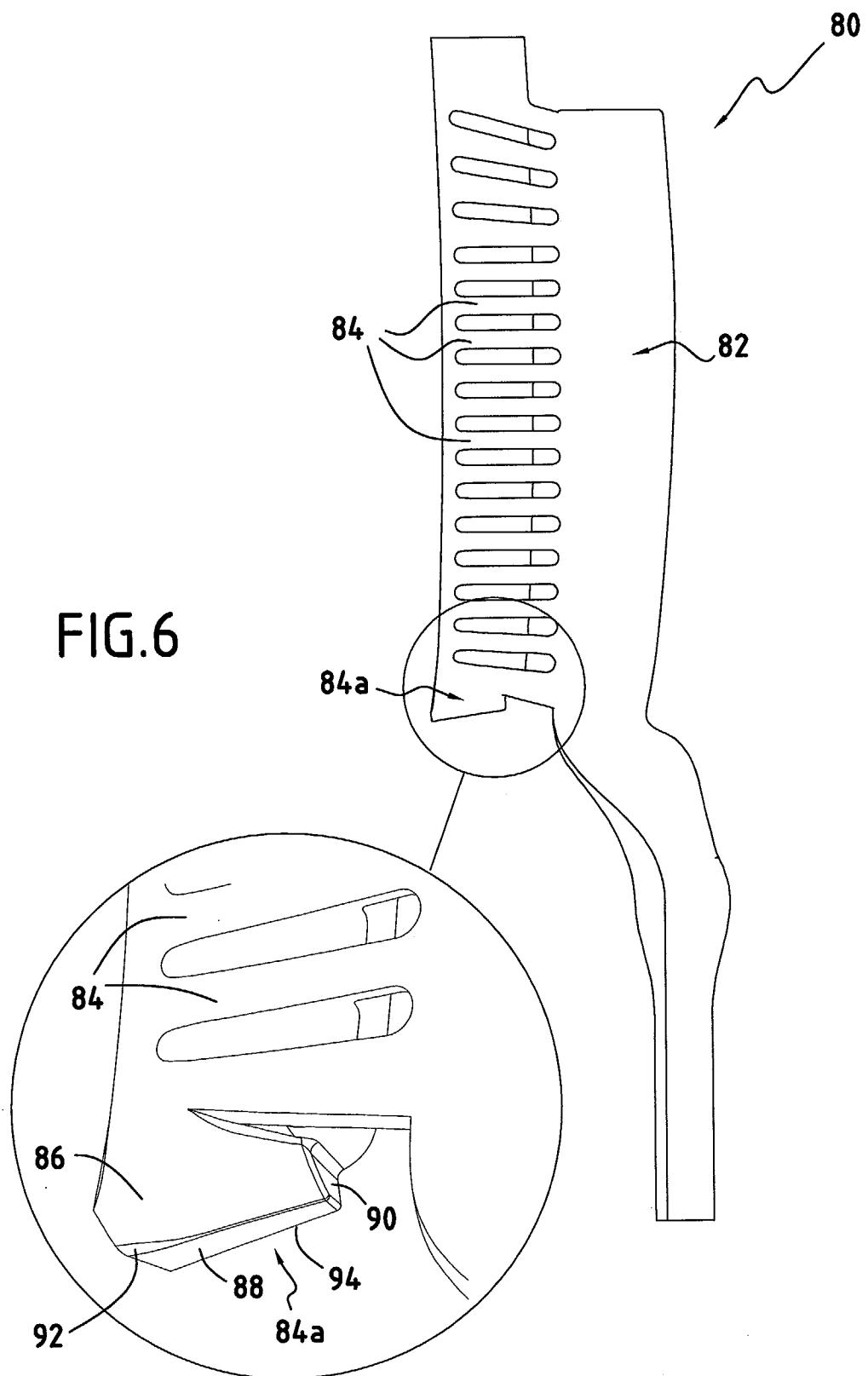


FIG. 5





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
X	US 2003/108423 A1 (HEFFRON TODD S ET AL) 12 juin 2003 (2003-06-12) * le document en entier -----	1-12	F01D5/18 F01D5/14
D, Y	US 6 062 817 A (BRAINCH GULCHARAN S ET AL) 16 mai 2000 (2000-05-16) * colonne 3, ligne 65 - colonne 4, ligne 3 * * colonne 4, ligne 13 - ligne 19; figure 4 * -----	1-12	
Y	EP 0 978 634 A (D ETUDE SOC NAT) 9 février 2000 (2000-02-09) * le document en entier * -----	1-12	
Y	EP 0 945 594 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 29 septembre 1999 (1999-09-29) * abrégé; figures 1-6 * -----	1-6	
A	EP 1 016 773 A (ABB ALSTOM POWER CH AG) 5 juillet 2000 (2000-07-05) * abrégé; figure 3 * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	FR 2 835 015 A (SNECMA MOTEURS) 25 juillet 2003 (2003-07-25) * abrégé; figure 2 * -----	1	F01D
A	EP 1 128 024 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD) 29 août 2001 (2001-08-29) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
1	Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
	La Haye	14 avril 2005	Iverus, D
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			

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

EP 04 29 3046

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.

14-04-2005

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 2003108423	A1	12-06-2003	EP	1321628 A2	25-06-2003
			JP	2003201805 A	18-07-2003
US 6062817	A	16-05-2000	AUCUN		
EP 0978634	A	09-02-2000	CA	2281965 A1	15-03-2001
			FR	2782118 A1	11-02-2000
			JP	2001098903 A	10-04-2001
			US	6328531 B1	11-12-2001
			EP	0978634 A1	09-02-2000
			DE	69921403 D1	02-12-2004
EP 0945594	A	29-09-1999	JP	3316418 B2	19-08-2002
			JP	11002101 A	06-01-1999
			CA	2262698 A1	17-12-1998
			DE	69814341 D1	12-06-2003
			DE	69814341 T2	11-12-2003
			EP	0945594 A1	29-09-1999
			US	6190128 B1	20-02-2001
			WO	9857042 A1	17-12-1998
EP 1016773	A	05-07-2000	DE	19860788 A1	06-07-2000
			EP	1016773 A2	05-07-2000
FR 2835015	A	25-07-2003	FR	2835015 A1	25-07-2003
			CA	2418241 A1	23-07-2003
			CN	1436919 A	20-08-2003
			EP	1333155 A1	06-08-2003
			JP	2003214108 A	30-07-2003
			US	2003138322 A1	24-07-2003
EP 1128024	A	29-08-2001	JP	2001234703 A	31-08-2001
			JP	2001271603 A	05-10-2001
			CA	2334071 A1	23-08-2001
			EP	1128024 A2	29-08-2001
			EP	1469163 A2	20-10-2004
			US	2001016163 A1	23-08-2001