



(11) **EP 1 760 261 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**05.03.2008 Bulletin 2008/10**

(51) Int Cl.:  
**F01D 5/14 (2006.01) F01D 5/18 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **06119232.4**

(22) Date de dépôt: **21.08.2006**

(54) **Défecteur d'air pour circuit de refroidissement pour aube de turbine à gaz**

Umlenkeinrichtung der Luft des Kühlluftkreislaufs von Turbinenschaufeln

Air baffle for the cooling circuit of turbine blades

(84) Etats contractants désignés:  
**DE ES FR GB IT**

(30) Priorité: **25.08.2005 FR 0508740**

(43) Date de publication de la demande:  
**07.03.2007 Bulletin 2007/10**

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

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

• **Eneau, Patrice**  
**77550 Moissy Cramayel (FR)**  
• **Moreau, Guy**  
**91330 Yerres (FR)**

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

(56) Documents cités:  
**DE-A1- 19 526 917 US-A- 3 171 631**  
**US-A- 4 775 296 US-A- 5 738 493**  
**US-A- 5 779 438 US-A1- 2003 044 278**  
**US-A1- 2005 025 623 US-A1- 2005 058 546**

**EP 1 760 261 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après 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 de turbine à gaz, notamment les aubes mobiles d'une turbine à gaz de turbomachine.

**[0002]** Les aubes de turbine à gaz d'une turbomachine, telles que les aubes mobiles de la turbine haute-pression par exemple, sont soumises aux températures très élevées des gaz issus de la chambre de combustion. Ces températures atteignent des valeurs largement supérieures à celles que peuvent supporter sans dommages les aubes de la turbine, ce qui a pour conséquence de limiter leur durée de vie.

**[0003]** Afin de remédier à ce problème, il est bien connu de munir ces aubes de circuits internes de refroidissement. 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 (c'est-à-dire qui s'étendent depuis l'intrados jusqu'à l'extrados de l'aube). D'autres circuits 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.

**[0005]** En terme de tenue mécanique, une aube de turbine à gaz affiche une bonne durée de vie si ses faces intrados et extrados présentent des températures voisines (c'est-à-dire si le gradient thermique entre ces faces est faible). Par ailleurs, quelque soit le mode de réalisation des circuits de refroidissement, le refroidissement interne d'une aube de turbine est assuré par convection interne d'un flux d'air frais sur les parois des cavités formant ces circuits. Il en résulte un échange thermique différent sur chaque paroi de la cavité, indépendamment du fait que celle-ci soit lisse ou perturbée ou que l'aube soit fixe ou mobile.

**[0006]** Or, l'échange thermique avec les gaz chauds circulant à l'extérieur de l'aube est plus important du côté intrados que du côté extrados de l'aube. Aussi, pour compenser ce phénomène et ainsi obtenir un faible gradient thermique entre les faces intrados et extrados de l'aube, il est nécessaire de refroidir fortement les parois internes des cavités du circuit de refroidissement qui sont disposées du côté intrados de l'aube.

**[0007]** Pour une aube mobile de turbine à gaz, lorsque l'écoulement de l'air dans les cavités du circuit de refroidissement est centrifuge, et malgré les effets de la force de Coriolis qui augmentent les échanges thermiques internes à l'intrados de l'aube, l'écart avec les échanges thermiques s'effectuant à l'extrados de l'aube reste trop

important pour obtenir un faible gradient thermique. De même, lorsque l'écoulement de l'air dans les cavités du circuit de refroidissement de l'aube mobile est centripète, l'échange thermique est naturellement favorable à l'extrados de l'aube, ce qui accentue encore l'écart de température entre les faces intrados et extrados de l'aube.

**[0008]** On connaît aussi de DE 195 26917 un circuit de refroidissement d'une aube dont les cavités sont munies de perturbateurs d'écoulement.

### Objet et résumé de l'invention

**[0009]** La présente invention a donc pour but principal de pallier de tels inconvénients en proposant une aube de turbine à gaz pour laquelle le circuit interne de refroidissement permet de minimiser l'écart de température entre les faces intrados et extrados de celle-ci.

**[0010]** A cet effet, il est prévu une aube de turbine à gaz selon la revendication 1.

**[0011]** En positionnant judicieusement le déflecteur d'air dans la cavité du circuit de refroidissement selon que l'écoulement dans celle-ci soit centrifuge ou centripète, il est possible de projeter l'air circulant dans la cavité vers la paroi de la cavité qui est disposée du côté intrados de l'aube. Ainsi, un tel déflecteur d'air permet d'augmenter l'échange thermique interne à l'intrados de l'aube et donc de réduire le gradient thermique entre les parois extrados et intrados de la cavité du circuit de refroidissement. De la sorte, tout écart de température entre les faces intrados et extrados de l'aube peut être évité.

**[0012]** Selon l'invention, le déflecteur d'air présente une rampe inclinée de façon à projeter l'air s'écoulant le long de la paroi de la cavité vers la paroi opposée. Une telle rampe possède une longueur comprise entre 2 et 4 fois sa hauteur et peut présenter un rayon de courbure compris entre 20 et 30 mm.

**[0013]** Selon une application particulière de l'invention, la paroi de la cavité du circuit de refroidissement comportant le déflecteur d'air peut être disposée du côté extrados de l'aube et la paroi de la cavité sur laquelle est projetée l'air peut être disposée du côté intrados de l'aube.

**[0014]** Lorsque l'écoulement de l'air dans la cavité du circuit de refroidissement est centrifuge, le déflecteur d'air est avantageusement disposé sur la paroi de la cavité du circuit de refroidissement au niveau d'une zone d'attache de l'aube.

**[0015]** Alternativement, lorsque l'écoulement de l'air dans la cavité du circuit de refroidissement est centripète, le déflecteur d'air est avantageusement disposé sur la paroi de la cavité du circuit de refroidissement au niveau du sommet de l'aube.

**[0016]** Selon encore une autre alternative pour laquelle le circuit de refroidissement comporte au moins deux cavités, le déflecteur d'air peut être positionné au niveau d'un passage faisant communiquer l'extrémité radiale de l'une des cavités avec une extrémité radiale voisine de l'autre cavité.

**[0017]** L'invention a également pour objet une turbine à gaz et une turbomachine ayant une pluralité d'aubes telles que définies précédemment.

#### Brève description des dessins

**[0018]** 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 longitudinale d'une aube mobile de turbine à gaz selon un mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe selon II-II de la figure 1 ;
- la figure 3 est une loupe d'un détail de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue en coupe selon IV-IV de la figure 1 ; et
- la figure 5 est une vue partielle et en coupe longitudinale d'une aube mobile de turbine à gaz selon un autre mode de réalisation de l'invention.

#### Description détaillée d'un mode de réalisation

**[0019]** Les figures 1 à 4 représentent une aube mobile 10 de turbomachine, telle qu'une aube mobile de turbine haute-pression. Bien entendu, l'invention peut aussi bien s'appliquer à d'autres aubes mobiles d'une turbine à gaz de turbomachine, ainsi qu'à des aubes fixes d'une turbine à gaz de turbomachine.

**[0020]** 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.

**[0021]** L'aube 10 est munie d'un circuit interne de refroidissement du type formé par au moins une cavité s'étendant radialement entre le pied 12 et le sommet 14 de l'aube, au moins une ouverture d'admission d'air à une extrémité radiale de la cavité et au moins un orifice de sortie d'air s'ouvrant dans la cavité et débouchant sur l'une des faces de l'aube.

**[0022]** Sur l'exemple de réalisation des figures 1 à 4, le circuit interne de refroidissement de l'aube se compose d'une cavité bord d'attaque 24 disposée du côté du bord d'attaque 16 de l'aube, de trois cavités centrales 26, 28 et 30 disposées dans une partie centrale de l'aube et d'une cavité bord de fuite 32 disposée du côté du bord de fuite 18 de l'aube. Ces différentes cavités 24, 26, 28, 30 et 32 s'étendent depuis la face intrados 20 jusqu'à la face extrados 22 de l'aube.

**[0023]** Une ouverture d'admission d'air 34 est prévue à une extrémité radiale de la cavité bord d'attaque 24 (ici au niveau du pied 12 de l'aube) afin d'alimenter en air le circuit de refroidissement.

5 **[0024]** Un premier passage 36 fait communiquer l'autre extrémité radiale de la cavité bord d'attaque 24 avec une extrémité radiale voisine de la cavité centrale 26 adjacente. Un deuxième passage 38 et un troisième passage 40 font communiquer respectivement la cavité centrale 26 avec la cavité centrale 28 adjacente et cette  
10 dernière avec la cavité centrale 30 restante. Enfin, un quatrième passage 42 fait communiquer la cavité centrale 30 avec la cavité bord de fuite 32.

15 **[0025]** Le circuit de refroidissement intrados comporte aussi des orifices de sortie 44 s'ouvrant dans la cavité bord de fuite 32 et débouchant sur la face intrados 20 de l'aube au niveau du bord de fuite 18 de cette dernière. Ces orifices 44 sont régulièrement répartis sur toute la hauteur radiale de l'aube.

20 **[0026]** Des perturbateurs d'écoulement de l'air 46 destinés à accroître les transferts thermiques peuvent être prévus le long des parois des différentes cavités 24, 26, 28, 30 et 32 du circuit de refroidissement. Ces perturbateurs d'écoulement 46 peuvent se présenter sous la forme de nervures qui sont droites ou inclinées par rapport  
25 à l'axe de rotation de l'aube, sous la forme de picots ou encore sous toutes autres formes équivalentes.

**[0027]** Bien entendu, tout autre mode de réalisation du circuit interne de refroidissement de l'aube du type décrit précédemment est applicable à l'invention. Notamment, le nombre, la forme et la disposition des cavités, ainsi que la quantité et la disposition des orifices d'admission d'air, des passages de communication et des orifices de sortie peuvent varier selon le circuit de refroidissement.

30 **[0028]** Selon l'invention, au moins l'une des parois de l'une (ou de plusieurs) des cavités 24, 26, 28, 30 et 32 du circuit de refroidissement comporte au moins un déflecteur d'air 48, 48'.

35 **[0029]** Un exemple d'emplacement d'un tel déflecteur d'air 48 est notamment visible sur les figures 2 et 3. Sur ces figures, le déflecteur d'air 48 est positionné sur la paroi 24a de la cavité bord d'attaque 24 qui est disposée du côté extrados 22 de l'aube.

40 **[0030]** Un autre exemple d'emplacement d'un tel déflecteur d'air 48' est représenté sur la figure 4. Sur cette figure, le déflecteur d'air 48' est disposé sur la paroi 26a de la cavité centrale 26 adjacente à la cavité bord d'attaque 24 qui est disposée du côté extrados 22 de l'aube.

45 **[0031]** Toujours selon l'invention, la forme et les dimensions du déflecteur d'air 48, 48' sont adaptées pour projeter l'air s'écoulant le long de la paroi 24a, 26a de la cavité 24, 26 vers une paroi opposée 24b, 26b de la cavité tout en évitant un recollement de la couche limite immédiatement en aval du déflecteur d'air.

50 **[0032]** Par recollement de la couche limite immédiatement en aval du déflecteur d'air 48, 48', il faut comprendre que l'écoulement de l'air en aval du déflecteur s'effectue principalement le long de la paroi 24b, 26b opposée à la

paroi 24a, 26a sur laquelle est implanté le déflecteur d'air. Aussi, dans la zone 50, 50' immédiatement en aval du déflecteur d'air 48, 48', l'écoulement de l'air le long de la paroi 24a, 26a d'emplacement du déflecteur est faible. A titre d'exemple, cette zone 50, 50' de faible écoulement de l'air s'étend sur une hauteur radiale de l'aube de l'ordre de 20% environ de la hauteur radiale totale de l'aube.

**[0033]** Par rapport aux perturbateurs d'écoulement de l'air qui sont utilisés pour accroître les transferts thermiques, le déflecteur d'air selon l'invention se distingue en ce qu'il consiste, d'une part à projeter l'air sur la paroi opposée à celle de son implantation, et d'autre part à éviter un recollement immédiat de la couche limite. En revanche, un perturbateur d'écoulement de l'air a pour fonction essentielle d'augmenter la turbulence de l'écoulement de l'air au voisinage immédiat du perturbateur tout en cherchant à recoller le flux en aval de celui-ci. Comme représenté sur les figures 1 à 4, la présence de perturbateurs d'écoulement d'air 46 avec le déflecteur d'air 48, 48' selon l'invention n'est d'ailleurs pas incompatible.

**[0034]** La figure 3 représente de façon plus précise un mode de réalisation d'un déflecteur d'air 48 selon l'invention.

**[0035]** Le déflecteur d'air 48 comporte une rampe 52 qui est inclinée par rapport à la paroi 24a de la cavité 24 sur laquelle le déflecteur est implanté de façon à projeter l'air s'écoulant le long de cette paroi 24a vers la paroi opposée 24b.

**[0036]** De façon avantageuse, la rampe inclinée 52 du déflecteur d'air 48 possède une longueur  $L$  qui est comprise entre 2 et 4 fois sa hauteur  $h$ . Par exemple, pour une cavité de refroidissement 24 ayant une largeur  $d$  (c'est-à-dire la distance séparant ses parois 24a, 24b) de l'ordre de 4 mm, la rampe 52 du déflecteur d'air 48 possède une hauteur  $h$  de l'ordre de 1,5 mm et une longueur  $L$  comprise entre 3 et 5 mm. A titre de comparaison, pour une cavité de refroidissement 24 ayant une largeur  $d$  de l'ordre de 3 mm, un perturbateur d'écoulement de l'air 46 tel que décrit précédemment possède une hauteur comprise entre 0,4 et 0,5 mm.

**[0037]** Toujours de façon avantageuse, la rampe inclinée 52 du déflecteur d'air 48 est arrondie et présente un rayon de courbure  $R$  compris entre 20 et 30 mm. Cette valeur est donnée à titre d'exemple pour une cavité de refroidissement 24 ayant une largeur  $d$  de l'ordre de 4 mm. Un rayon de courbure  $R$  aussi important par rapport à la largeur  $d$  de la cavité 24 permet de déplacer l'air s'écoulant le long de la paroi 24a vers la paroi opposée 24b sans pour autant l'accélérer brutalement. On notera également que le rayon de courbure  $R$  de la rampe 52 du déflecteur est de préférence supérieur à la longueur  $L$  sur laquelle s'étend cette rampe.

**[0038]** Du côté opposé à la rampe inclinée 52, le déflecteur d'air 48 présente une autre rampe arrondie 54 dont le rayon de courbure  $r$  et la longueur  $l$  sur laquelle elle s'étend sont calculés de façon à éviter un recollement de la couche limite immédiatement en aval du déflecteur

d'air. Notamment, le rayon de courbure  $r$  de cette autre rampe 54 doit être le plus faible possible pour atteindre ce but.

**[0039]** Sur l'exemple de réalisation des figures 1 à 3, l'écoulement de l'air dans la cavité bord d'attaque 24 est centrifuge, c'est-à-dire que l'air s'écoule du pied 12 vers le sommet 14 de l'aube. Dans ce type d'écoulement, le déflecteur d'air 48 est avantageusement disposé sur la paroi de la cavité 24 du circuit de refroidissement au niveau d'une zone d'attache de l'aube. Cette zone d'attache s'étend depuis l'extrémité radiale de l'aube située du côté de son pied 12 jusqu'à une plate-forme 56 délimitant la paroi interne de la veine d'écoulement des gaz traversant la turbine à gaz. Un tel emplacement du déflecteur d'air permet d'obtenir un échange thermique interne optimum à l'intrados de l'aube.

**[0040]** Sur l'exemple de réalisation de la figure 4, l'écoulement de l'air dans la cavité centrale 26 est centripète, c'est-à-dire que l'air s'écoule du sommet 14 vers le pied 12 de l'aube. Dans ce type d'écoulement, le déflecteur d'air 48' est avantageusement disposé sur la paroi de la cavité 26 du circuit de refroidissement au niveau du sommet 14 de l'aube. Un tel emplacement permet d'obtenir un échange thermique interne optimum à l'intrados de l'aube.

**[0041]** On notera par ailleurs que la forme et les dimensions du déflecteur d'air 48' de ce mode de réalisation représenté par la figure 4 sont identiques à celles décrites en liaison avec les figures 1 à 3.

**[0042]** En liaison avec la figure 5, on décrira maintenant un autre exemple d'emplacement d'un déflecteur d'air 48" selon l'invention.

**[0043]** Dans ce mode de réalisation, le déflecteur d'air 48" est positionné au niveau d'un passage 100 faisant communiquer l'extrémité radiale d'une cavité 102 d'un circuit interne de refroidissement d'une aube avec une extrémité radiale voisine d'une autre cavité 104 qui lui est adjacente. Un tel passage de communication 100 peut par exemple être l'un des passages 36 à 40 de l'aube des figures 1 à 3.

**[0044]** Le déflecteur d'air 48" est disposé sur l'une des parois 104a de la cavité 104 et sa forme et ses dimensions sont adaptées pour projeter l'air s'écoulant le long de cette paroi 104a vers la paroi opposée 104b tout en évitant un recollement de la couche limite immédiatement en aval du déflecteur d'air.

**[0045]** De façon plus précise, le déflecteur d'air 48" est positionné de telle sorte que l'air circulant dans la cavité 102 est projeté au niveau de son « retournement » dans la cavité adjacente 104 (c'est-à-dire au niveau du passage de communication 100) vers une zone 106 de circulation de l'air qui est située au niveau de l'extrémité radiale de la paroi opposée 104b de la cavité adjacente 104. Une telle zone 106 est d'ordinaire une zone dans laquelle la circulation de l'air est faible et non perturbée.

**[0046]** Dans cet exemple de réalisation, le déflecteur d'air 48" permet donc d'éviter tout risque de décollement de la couche limite au niveau de la zone de

« retournement » de l'air entre les deux cavités 102, 104 du circuit de refroidissement.

## Revendications

1. Aube (10) de turbine à gaz comportant un circuit de refroidissement interne se composant d'au moins une cavité (24, 26, 102, 104) s'étendant radialement entre le pied (12) et le sommet (14) de l'aube, au moins une ouverture d'admission d'air (34) à une extrémité radiale de la cavité (24, 26, 102, 104) et au moins un orifice de sortie d'air (44) s'ouvrant dans la cavité et débouchant sur l'une des faces (20, 22) de l'aube, au moins l'une des parois (24a, 26a, 104a) de ladite cavité du circuit de refroidissement comportant au moins un déflecteur d'air (48, 48', 48'') dont la forme et les dimensions sont adaptées pour projeter l'air s'écoulant le long de ladite paroi (24a, 26a, 104a) de la cavité vers une paroi opposée (24b, 26b, 104b) de ladite cavité tout en évitant un recollement de la couche limite immédiatement en aval dudit déflecteur d'air (48, 48', 48''), **caractérisée en ce que** le déflecteur d'air (48, 48', 48'') présente une rampe inclinée (52) qui est arrondie et qui possède une longueur (L) comprise entre 2 et 4 fois sa hauteur (h) de façon à projeter l'air s'écoulant le long de la paroi (24a, 26a, 104a) de la cavité vers la paroi opposée (24b, 26b, 104b), la rampe inclinée (52) du déflecteur d'air présentant une hauteur (h) correspondant environ à 37,5% de la distance séparant les deux parois opposées de la cavité du circuit de refroidissement.
2. Aube selon la revendication 1, dans laquelle la rampe inclinée (52) du déflecteur d'air (48, 48', 48'') présente un rayon de courbure (R) compris entre 20 et 30 mm.
3. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans laquelle la paroi (24a, 26a) de la cavité (24, 26) du circuit de refroidissement comportant le déflecteur d'air (48, 48') est disposée du côté extradados (22) de l'aube et la paroi (24b, 26b) de ladite cavité sur laquelle est projetée l'air est disposée du côté intrados (20) de l'aube.
4. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle le déflecteur d'air (48) est disposé sur la paroi (24a) de la cavité (24) du circuit de refroidissement au niveau d'une zone d'attache de l'aube.
5. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle le déflecteur d'air (48') est disposé sur la paroi (26a) de la cavité (26) du circuit de refroidissement au niveau du sommet (14) de l'aube.

6. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle le circuit de refroidissement interne comporte au moins deux cavités (102, 104), le déflecteur d'air (48'') étant positionné au niveau d'un passage (100) faisant communiquer l'extrémité radiale d'une cavité (102) avec une extrémité radiale voisine de l'autre cavité (104).
7. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle les parois de la cavité (24, 26) du circuit de refroidissement sont munies d'une pluralité de perturbateurs (46) d'écoulement destinés à accroître les transferts thermiques le long de ces parois.
8. Turbine à gaz comportant une pluralité d'aubes selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.
9. Turbomachine comportant une turbine à gaz ayant une pluralité d'aubes selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

## Claims

1. A gas turbine blade (10) comprising an internal cooling circuit consisting of at least one cavity (24, 26, 102, 104) extending radially between the base (12) and tip (14) of the blade, at least one air inlet aperture (34) at one radial end of the cavity (24, 26, 102, 104) and at least one air outlet orifice (44) opening into the cavity and emerging onto one of the faces (20, 22) of the blade, at least one of the walls (24a, 26a, 104a) of said cavity of the cooling circuit comprising at least one air deflector (48, 48', 48'') whereof the shape and dimensions are adapted to project the air flowing along said wall (24a, 26a, 104a) of the cavity towards an opposite wall (24b, 26b, 104b) of said cavity whilst avoiding re-attachment of the boundary layer immediately downstream of said air deflector (48, 48', 48''), the blade being **characterised in that** the air deflector (48, 48', 48'') has an inclined ramp (52) that is rounded and that has a length (L) of between 2 and 4 times its height (h) so as to project the air flowing along the wall (24a, 26a, 104a) of the cavity towards the opposite wall (24b, 26b, 104b), the inclined ramp (52) of the air deflector having a height (h) corresponding to approximately 37.5% of the distance separating the two opposite walls of the cavity of the cooling circuit.
2. The blade according to claim 1, in which the inclined ramp (52) of the air deflector (48, 48', 48'') has a radius of curvature (R) of between 20 and 30 mm.
3. The blade according to claim 1 or claim 2, in which the wall (24a, 26a) of the cavity (24, 26) of the cooling circuit comprising the air deflector (48, 48') is dis-

posed on the convex side (22) of the blade and the wall (24b, 26b) of said cavity onto which the air is projected is disposed on the concave side (20) of the blade.

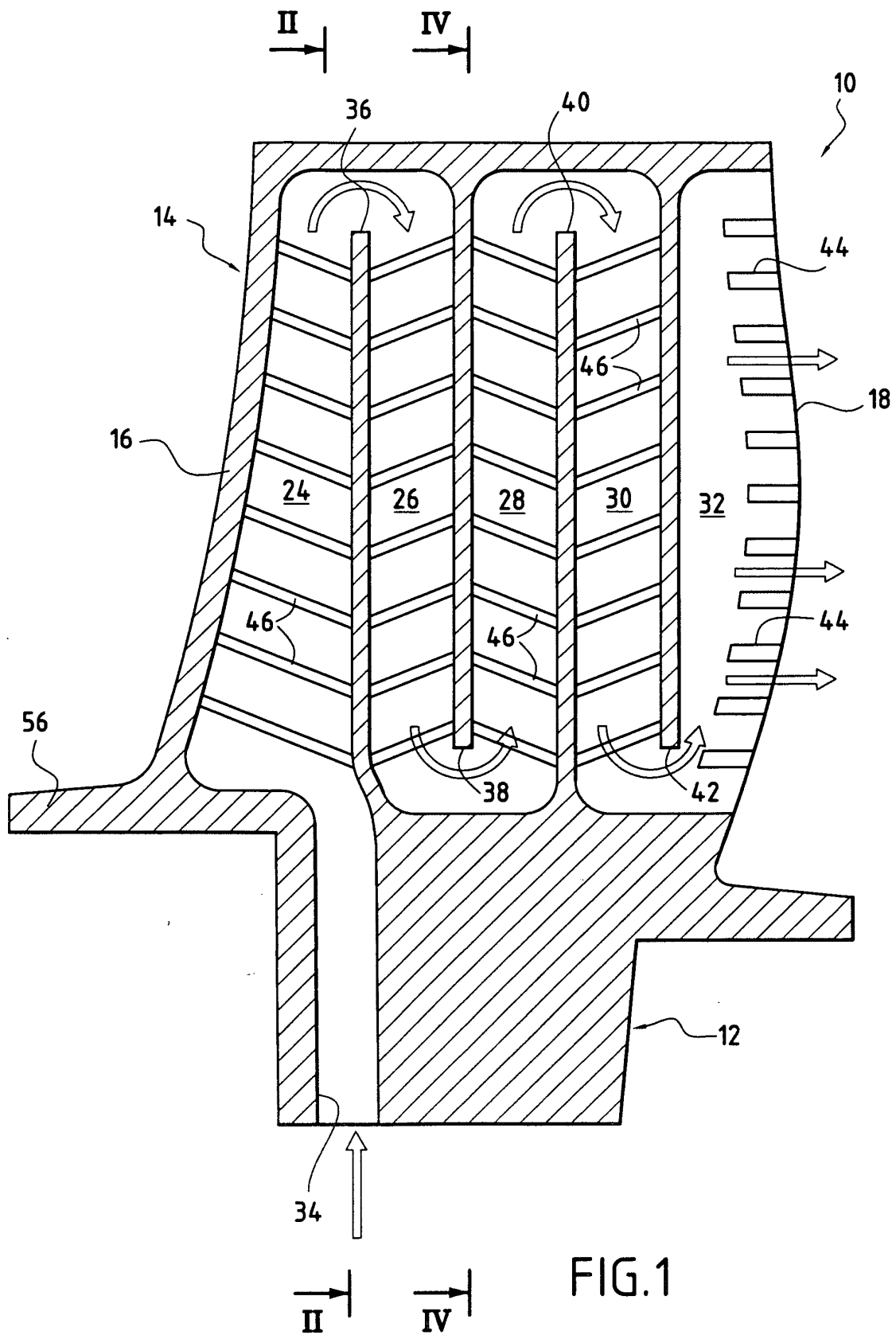
4. The blade according to any one of claims 1 to 3, in which the air deflector (48) is disposed on the wall (24a) of the cavity (24) of the cooling circuit in the region of an attachment zone of the blade.
5. The blade according to any one of claims 1 to 4, in which the air deflector (48') is disposed on the wall (26a) of the cavity (26) of the cooling circuit in the region of the tip (14) of the blade.
6. The blade according to any one of claims 1 to 3, in which the internal cooling circuit comprises at least two cavities (102, 104), the air deflector (48") being positioned in the region of a passage (100) connecting the radial end of one cavity (102) with a neighboring radial end of the other cavity (104).
7. The blade according to any one of claims 1 to 6, in which the walls of the cavity (24, 26) of the cooling circuit are provided with a plurality of flow disrupters (46) intended to increase the heat transfers along these walls.
8. A gas turbine comprising a plurality of blades according to any one of claims 1 to 7.
9. A turbine engine comprising a gas turbine having a plurality of blades according to any one of claims 1 to 7.

#### Patentansprüche

1. Gasturbinenschaufel (10) umfassend einen inneren Kühlkreis, der aus wenigstens einem sich radial zwischen dem Fuß (12) und der Spitze (14) der Schaufel erstreckenden Hohlraum (24, 26, 102, 104) besteht, wenigstens eine Luftzufuhröffnung (34) an einem radialen Ende des Hohlraums (24, 26, 102, 104) und wenigstens eine Luftaustrittsöffnung (44), die sich in den Hohlraum öffnet und an einer der Seiten (20, 22) der Schaufel ausmündet, wobei wenigstens eine der Wände (24a, 26a, 104a) des Hohlraums des Kühlkreises wenigstens eine Luftablenkeinrichtung (48, 48', 48") aufweist, deren Form und Abmessungen entsprechend ausgeführt sind, um die entlang der Wand (24a, 26a, 104a) des Hohlraums strömende Luft in Richtung einer gegenüberliegenden Wand (24b, 26b, 104b) des Hohlraums zu lenken und dabei ein Wiederanlegen der Grenzschicht unmittelbar stromabwärts der Luftablenkeinrichtung (48, 48', 48") zu vermeiden, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Luftablenkeinrichtung (48, 48', 48") eine geneigte

Rampe (52) aufweist, die abgerundet ist und die eine Länge (L) aufweist, welche zwei- bis viermal so groß ist wie ihre Höhe (h), so daß die entlang der Wand (24a, 26a, 104a) des Hohlraums strömende Luft in Richtung der gegenüberliegenden Wand (24b, 26b, 104b) gelenkt wird, wobei die geneigte Rampe (52) der Luftablenkeinrichtung eine Höhe (h) aufweist, die etwa 37,5 % des Abstands zwischen den zwei gegenüberliegenden Wänden des Hohlraums des Kühlkreises entspricht.

2. Schaufel nach Anspruch 1, bei der die geneigte Rampe (52) der Luftablenkeinrichtung (48, 48', 48") einen Krümmungsradius (R) zwischen 20 und 30 mm aufweist.
3. Schaufel nach einem der Ansprüche 1 und 2, bei der die die Luftablenkeinrichtung (48, 48') aufweisende Wand (24a, 26a) des Hohlraums (24, 26) des Kühlkreises auf der Rückseite (22) der Schaufel angeordnet ist und die Wand (24b, 26b) des Hohlraums, auf die die Luft gelenkt wird, auf der Vorderseite (20) der Schaufel angeordnet ist.
4. Schaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Luftablenkeinrichtung (48) an der Wand (24a) des Hohlraums (24) des Kühlkreises in Höhe eines Befestigungsbereichs der Schaufel angeordnet ist.
5. Schaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Luftablenkeinrichtung (48') an der Wand (26a) des Hohlraums (26) des Kühlkreises im Bereich der Spitze (14) der Schaufel angeordnet ist.
6. Schaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welcher der innere Kühlkreis wenigstens zwei Hohlräume (102, 104) umfaßt, wobei die Luftablenkeinrichtung (48") im Bereich eines Durchgangs (100) angeordnet ist, der das radiale Ende eines Hohlraums (102) mit einem benachbarten radialen Ende des anderen Hohlraums (104) verbindet.
7. Schaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der die Wände des Hohlraums (24, 26) des Kühlkreises mit einer Vielzahl von Strömungsstörelementen (46) versehen sind, die dazu bestimmt sind, die Wärmeübertragungen entlang dieser Wände zu erhöhen.
8. Gasturbine, die eine Vielzahl von Schaufeln nach einem der Ansprüche 1 bis 7 umfaßt.
9. Turbomaschine mit einer Gasturbine, die eine Vielzahl von Schaufeln nach einem der Ansprüche 1 bis 7 aufweist.



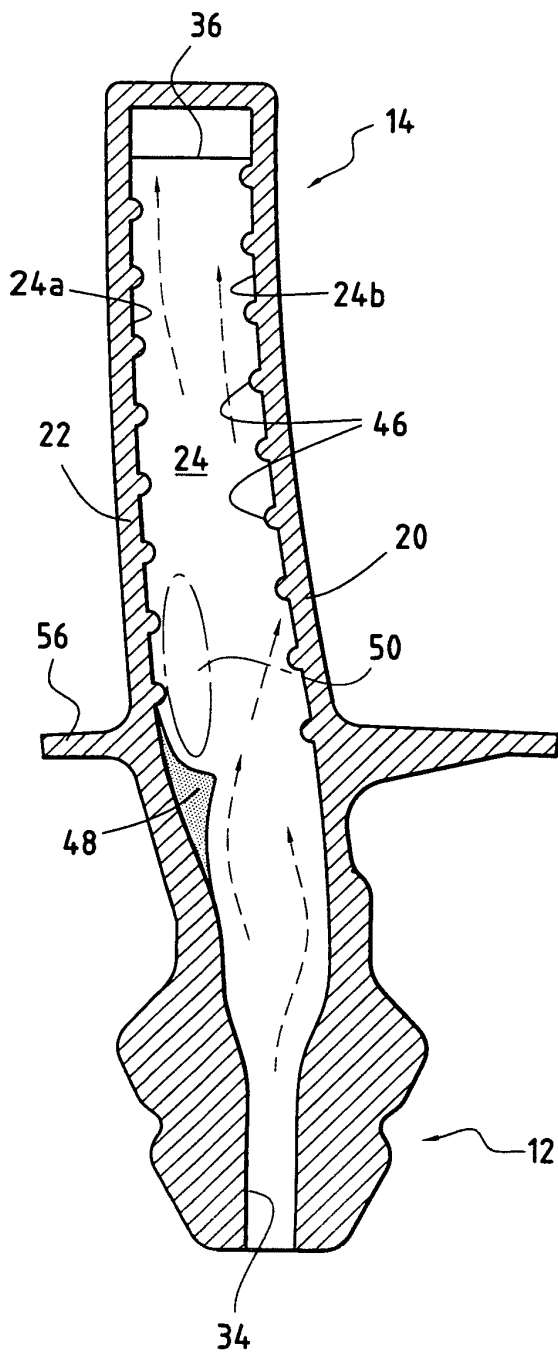


FIG. 2

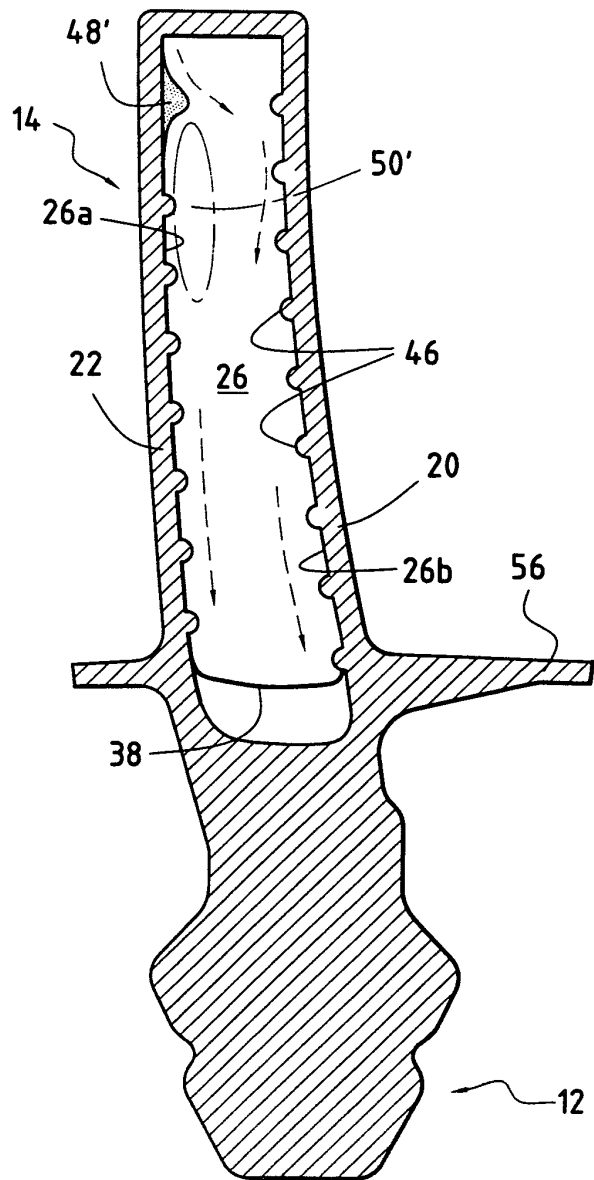


FIG. 4



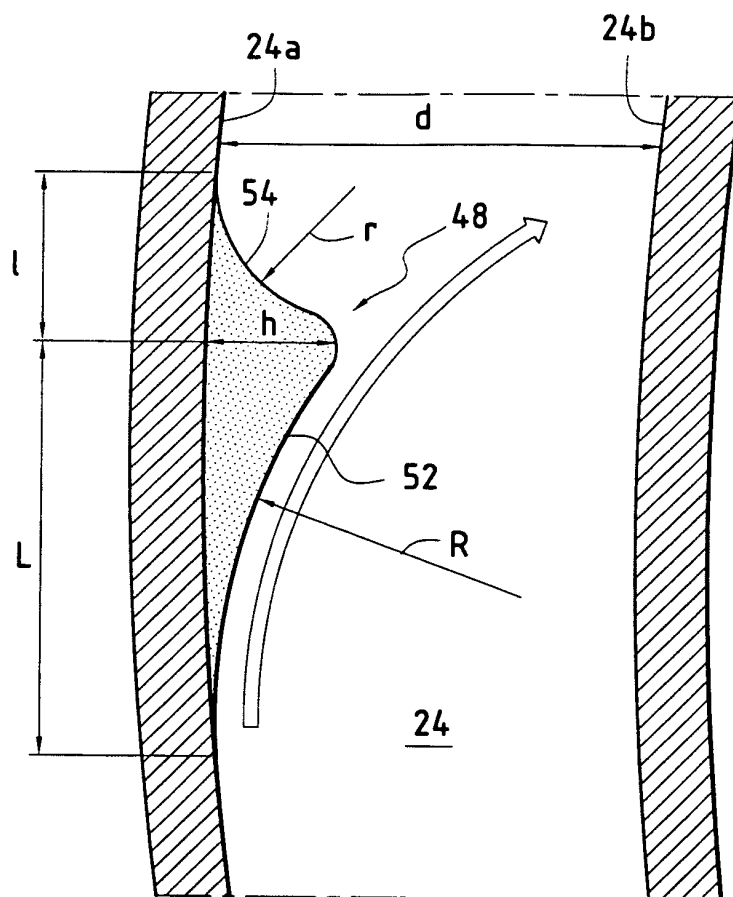


FIG. 3

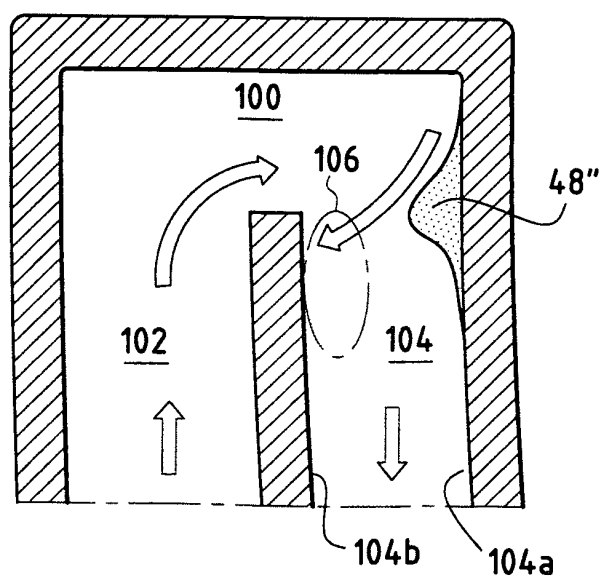


FIG. 5

**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**

- DE 19526917 [0008]