(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 598 523 A1

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
23.11.2005 Bulletin 2005/47

(51) Int Cl.[7]: **F01D 5/18**

(21) Numéro de dépôt: **05290838.1**

(22) Date de dépôt: **15.04.2005**

(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: **18.05.2004 FR 0405397**

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

(72) Inventeurs:
- **Daux, Stéphan**
  91230 Montgeron (FR)
- **Giot, Chantal**
  77380 Combs la Ville (FR)
- **Joubert, Hugues**
  75011 Paris (FR)
- **Sauthier, Benjamin**
  92120 Montrouge (FR)

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

(54) **Structure de parois de cavité d'une aube de turbine à gaz pour améliorer le transfert de chaleur**

(57) Aube (10) de turbine à gaz de turbomachine, comportant un circuit de refroidissement comportant au moins une cavité de refroidissement (26) à rapport de forme élevé s'étendant radialement entre un pied et un sommet d'aube et au moins une ouverture d'admission d'air à une extrémité radiale inférieure de la cavité pour alimenter celle-ci en air de refroidissement, au moins l'une des parois (26a, 26b) de la cavité de refroidissement (26) étant munie d'une pluralité d'enfoncements (30) de façon à perturber l'écoulement d'air de refroidissement dans ladite cavité et à augmenter les échanges de chaleur.

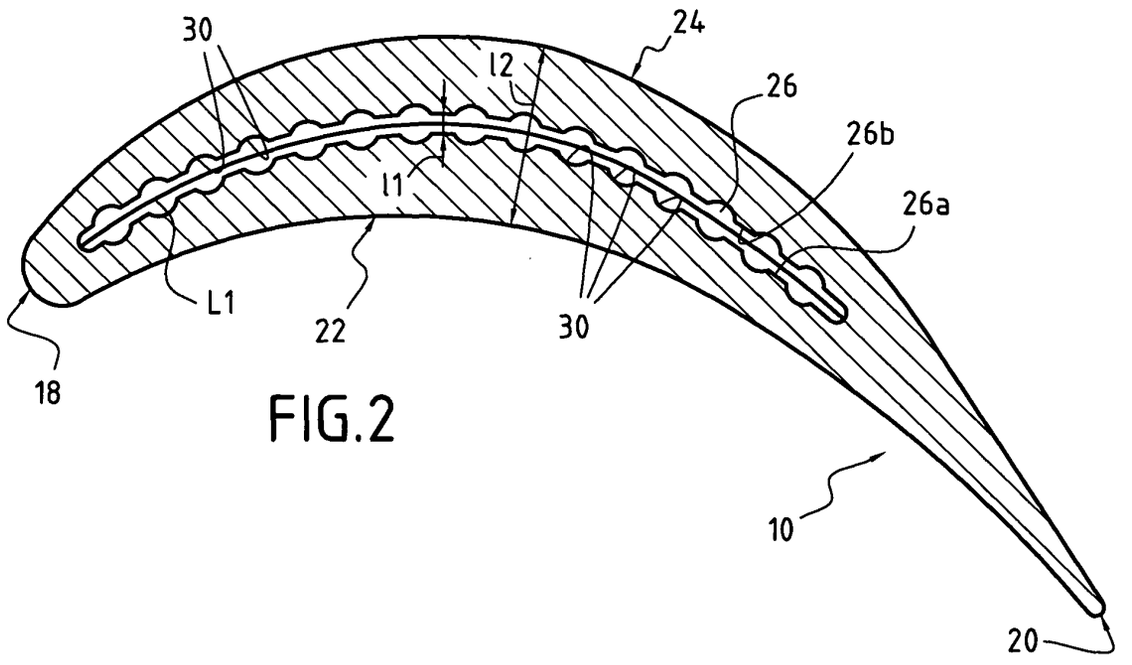


FIG.2

EP 1 598 523 A1

Description

Arrière-plan de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général du refroidissement d'aubes de turbine à gaz de turbomachine. Elle vise plus particulièrement à améliorer le refroidissement d'une aube munie d'une cavité de refroidissement à rapport de forme élevé.

[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. Par exemple, 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 aux circuits internes 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] Toutefois, ces circuits de refroidissement sont inadaptés à des aubes dites « fines et longues », c'est à dire des aubes présentant une largeur (distance maximale séparant l'intrados de l'extrados de l'aube) nettement plus faible que leur hauteur radiale (distance séparant la tête du sommet d'aube).

[0005] En effet, l'une des contraintes liées à de telles aubes est le faible débit d'air alloué à leur refroidissement. Ceci impose l'adoption d'une cavité de refroidissement fine, c'est à dire à rapport de forme élevé, afin d'augmenter les vitesses d'écoulement interne de l'air, et donc les coefficients d'échange. Une telle modification n'étant pas suffisante pour assurer le refroidissement de l'aube, il est également nécessaire de perturber l'écoulement interne, par exemple à l'aide de perturbateurs de type picots ou pontets.

[0006] Cependant, l'utilisation de perturbateurs classiques est rendue impossible de par la finesse de la cavité de refroidissement équipant ces aubes. En particulier, la présence de picots dans la cavité de refroidissement provoque une obturation trop importante de l'écoulement d'air circulant dans celle-ci et engendre une tenue mécanique moindre qui est à la source d'amorces de criques. Quant aux pontets, ils posent des problèmes de fabrication par fonderie des aubes.

Objet et résumé de l'invention

[0007] La présente invention a donc pour but principal de pallier de tels inconvénients en proposant un circuit de refroidissement pour une aube de turbine à gaz, et plus particulièrement une aube de type « fine et longue », permettant un refroidissement efficace de l'aube et qui est de fabrication aisée.

[0008] A cet effet, il est prévu une aube de turbine à gaz de turbomachine, comportant un circuit de refroidissement comportant au moins une cavité de refroidissement à rapport de forme élevé s'étendant radialement entre un pied et un sommet d'aube et au moins une ouverture d'admission d'air à une extrémité radiale inférieure de la cavité pour alimenter celle-ci en air de refroidissement, caractérisée en ce que au moins l'une des parois de la cavité de refroidissement est munie d'une pluralité d'enfoncements de façon à perturber l'écoulement d'air de refroidissement dans la cavité et à augmenter les échanges de chaleur.

[0009] Une cavité de refroidissement est considérée comme ayant un rapport de forme élevé lorsque, en coupe transversale, elle présente une dimension (longueur) au moins trois fois supérieure à l'autre (largeur).

[0010] A la différence des perturbateurs classiques de type picots ou pontets, les enfoncements sont des motifs à évidements de matière. De tels enfoncements permettent ainsi de perturber l'écoulement interne sans pour autant l'obstruer. Le circuit de refroidissement de l'aube selon l'invention permet également d'obtenir un refroidissement efficace de l'aube, à moindres pertes de charge et à faibles concentrations de contraintes donc à meilleure tenue mécanique. La fabrication d'une telle aube est en outre simplifiée puisque son circuit de refroidissement peut être facilement obtenu de fonderie.

[0011] Les parois de la cavité de refroidissement peuvent être avantageusement dépourvues de motifs perturbateurs d'écoulement à matière ajoutée de type picots ou pontets. En effet, la présence des enfoncements sur au moins l'une des parois de la cavité de refroidissement est suffisante pour perturber l'écoulement interne de l'air circulant dans celle-ci.

[0012] De façon plus particulière, le circuit de refroidissement peut être dépourvu d'émissions d'air sur les faces de l'aube. Dans ce cas, l'évacuation de l'air circulant dans la cavité de refroidissement s'effectue au niveau du sommet d'aube.

[0013] La présente invention s'applique de préférence à une aube présentant un rapport entre sa largeur et sa hauteur radiale entre le pied et le sommet compris entre 0,01 et 0,25.

[0014] L'aube peut également présenter un rapport entre la profondeur des enfoncements et la largeur de la cavité de refroidissement compris entre 0,15 et 0,65.

[0015] Afin d'assurer un refroidissement homogène, les enfoncements peuvent être pratiqués sur les parois de la cavité de refroidissement du côté intrados et du côté extrados de l'aube. Ils peuvent être sensiblement alignés selon un axe radial de l'aube ou bien disposés en quinconce par rapport à ce même axe. Par ailleurs, ils peuvent être pratiqués seulement sur une partie de l'aube, par exemple sur une partie inférieure de celle-ci.

[0016] Les enfoncements de la cavité de refroidissement peuvent présenter une section transversale sen-

siblement sphérique ou conique.

Brève description des dessins

[0017] 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 de turbine selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe transversale de l'aube de la figure 1 ;
- les figures 3 et 4 montrent des dispositions différentes des enfoncements du circuit de refroidissement de l'aube selon l'invention ; et
- les figures 5 et 6 illustrent en coupe transversale différentes formes d'enfoncements du circuit de refroidissement de l'aube selon l'invention.

Description détaillée d'un mode de réalisation

[0018] L'aube 10 d'axe radial XX' représentée sur les figures 1 et 2 est une aube mobile de turbine haute-pression de turbomachine. Bien entendu, l'invention peut également s'appliquer à d'autres aubes de la turbomachine, par exemple aux aubes de la turbine basse-pression de celle-ci.

[0019] 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. Le pied d'aube 12 est destiné à être monté sur un disque 16 du rotor de la turbine haute-pression. Comme illustré sur la figure 1, le sommet d'aube 14 peut comporter des léchettes d'étanchéité 17 disposées en regard d'un revêtement abradable 19 monté sur le carter (non représenté) de la turbine haute-pression.

[0020] La surface aérodynamique présente quatre zones distinctes : un bord d'attaque 18 disposé en regard de l'écoulement des gaz chauds issus de la chambre de combustion de la turbomachine, un bord de fuite 20 opposé au bord d'attaque 18, une face latérale intrados 22 et une face latérale extrados 24, ces faces latérales 22, 24 reliant le bord d'attaque 18 au bord de fuite 20.

[0021] L'aube 10 est munie d'un circuit de refroidissement comportant au moins une cavité de refroidissement 26 à rapport de forme élevé s'étendant radialement entre le pied 12 et le sommet d'aube 14 et au moins une ouverture d'admission d'air 28 à une extrémité radiale inférieure de la cavité 26 (c'est à dire au niveau du pied d'aube 12) pour alimenter celle-ci en air de refroidissement

[0022] Par cavité à rapport de forme élevé, on entend une cavité qui présente, en coupe transversale, une dimension (longueur L1) au moins trois fois, et de préférence au moins cinq fois, supérieure à l'autre (largeur l1). Cette caractéristique de la cavité 26 est notamment visible sur la figure 2.

[0023] Comme illustré sur la figure 2, la cavité de refroidissement 26 est délimitée par une paroi intrados 26a disposée du côté intrados 22 de l'aube et par une paroi extrados 26b disposée du côté extrados 24 de l'aube. Ces parois 26a, 26b se rejoignent aux deux extrémités axiales de la cavité 26 et la distance les séparant représente la largeur l1 de la cavité.

[0024] Le circuit de refroidissement de l'aube 10 des figures 1 et 2 comporte une seule cavité 26 qui s'étend axialement depuis le bord d'attaque 18 vers le bord de fuite 20 de l'aube 10. On peut toutefois imaginer que l'aube comporte plusieurs cavités de refroidissement à rapport de forme élevé.

[0025] Selon l'invention, au moins l'une des parois 26a, 26b de la cavité de refroidissement 26 de l'aube 10 est munie d'une pluralité d'enfoncements 30 de façon à perturber l'écoulement d'air de refroidissement dans ladite cavité et à augmenter les échanges de chaleur. Les enfoncements 30 (ou évidements) sont des motifs perturbateurs d'écoulement à matière enlevée, c'est à dire qu'ils ne nécessitent aucun ajout de matière.

[0026] Sur l'exemple de la figure 2, les deux parois 26a, 26b de la cavité 26 sont munies d'enfoncements 30. On peut toutefois imaginer que les renfoncements ne soient pratiqués que sur l'une d'entre elles.

[0027] Selon une caractéristique particulièrement avantageuse de l'invention, les parois 26a, 26b de la cavité de refroidissement 26 sont dépourvues de motifs perturbateurs d'écoulement à matière ajoutée. Par exemple, les parois 26a, 26b de la cavité 26 ne comportent aucun perturbateur de type picots ou pontets. La présence unique des enfoncements 30 suffit à assurer un refroidissement efficace de l'aube 10.

[0028] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le circuit de refroidissement de l'aube est dépourvu d'émissions d'air sur les faces de l'aube 10 (c'est à dire sur les faces latérales intrados 22 et extrados 24, ainsi que sur les bords d'attaque 18 et de fuite 20 de celle-ci).

[0029] Dans cette configuration, l'air de refroidissement circulant dans la cavité 26 du circuit de refroidissement est entièrement évacué par le sommet d'aube 14, par exemple au niveau des léchettes d'étanchéité 17. De plus, si le circuit de refroidissement comporte plusieurs cavités à rapport de forme élevé, celles-ci sont de préférence indépendantes les unes des autres : elles sont toutes alimentées individuellement en air par le pied d'aube 12 et l'air circulant dans celles-ci est entièrement évacué par le sommet d'aube 14.

[0030] L'invention s'applique de préférence à une aube 10 dite « fine et longue » comme illustré sur la figure 1, c'est à dire présentant un rapport entre sa largeur l2 (distance maximale séparant la face intrados 22 de la face extrados 24 de l'aube, figure 2, aussi appelée maître couple) et sa hauteur radiale h (figure 1) entre le pied 12 et le sommet d'aube 14 compris entre 0,01 et

0,25.

[0031] Selon encore une autre caractéristique avantageuse de l'invention, l'aube 10 présente un rapport entre la profondeur P des enfoncements 30 (figures 5 et 6) et la largeur l1 de la cavité de refroidissement 26 (figure 2) compris entre 0,15 et 0,65.

[0032] Les enfoncements 30 de la cavité de refroidissement 26 de l'aube 10 peuvent être disposés en quinconce par rapport à l'axe radial XX' de l'aube (figures 1 et 3). Alternativement, les enfoncements 30 de la cavité de refroidissement 26 peuvent être sensiblement alignés selon l'axe radial XX' de l'aube (figure 4).

[0033] En outre, comme illustré sur la figure 1, les enfoncements 30 de la cavité de refroidissement 26 peuvent être pratiqués uniquement au niveau d'une partie inférieure de l'aube 10, par exemple sur une hauteur radiale représentant environ 30% de la hauteur radiale totale h de l'aube comprise entre son pied 12 et son sommet 14. Bien entendu, les enfoncements peuvent aussi être pratiqués sur toute ou partie de la hauteur radiale de l'aube.

[0034] Les enfoncements 30 de la cavité de refroidissement 26 peuvent présenter une section transversale sensiblement sphérique (figure 5) ou sensiblement conique (figure 6). On peut également imaginer toute autre forme pour leur section : carrée, cylindrique, en forme de goutte d'eau, etc.

[0035] La taille, la profondeur P et l'espacement entre deux enfoncements 30 adjacents est également variable suivant le niveau de perturbation que l'on cherche à obtenir.

Revendications

1. Aube (10) de turbine à gaz de turbomachine, comportant un circuit de refroidissement comportant au moins une cavité de refroidissement (26) à rapport de forme élevé s'étendant radialement entre un pied (12) et un sommet d'aube (14) et au moins une ouverture d'admission d'air (28) à une extrémité radiale inférieure de la cavité pour alimenter celle-ci en air de refroidissement, **caractérisée en ce que** au moins l'une des parois (26a, 26b) de la cavité de refroidissement (26) est munie d'une pluralité d'enfoncements (30) de façon à perturber l'écoulement d'air de refroidissement dans ladite cavité et à augmenter les échanges de chaleur.

2. Aube selon la revendication 1, dans laquelle les parois de la cavité de refroidissement (26) sont dépourvues de motifs perturbateurs d'écoulement à matière ajoutée.

3. Aube selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle le circuit de refroidissement est dépourvu d'émissions d'air sur des faces (18, 20, 22, 24) de l'aube (10).

4. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle l'aube (10) présente un rapport entre sa largeur (l2) et sa hauteur radiale (h) entre le pied (12) et le sommet (14) compris entre 0,01 et 0,25.

5. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle l'aube (10) présente un rapport entre la profondeur (P) des enfoncements (30) et la largeur (l1) de la cavité de refroidissement (26) compris entre 0,15 et 0,65.

6. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle les enfoncements (30) de la cavité de refroidissement (26) sont sensiblement alignés selon un axe radial (XX') de l'aube.

7. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle les enfoncements (30) de la cavité de refroidissement (26) sont disposés en quinconce par rapport à un axe radial (XX') de l'aube.

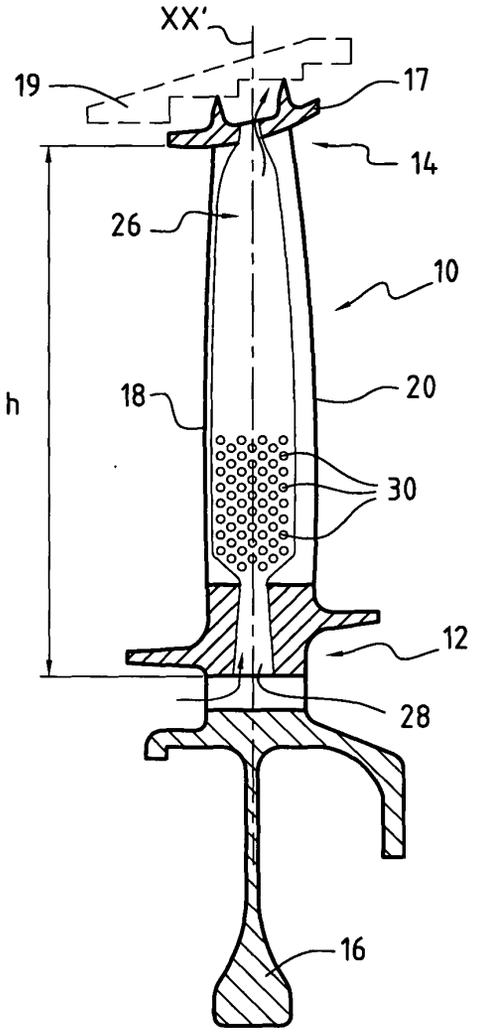
8. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle les enfoncements (30) sont pratiqués sur les parois (26a, 26b) de la cavité de refroidissement (26) du côté intrados (22) et du côté extrados (24) de l'aube.

9. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle les enfoncements (30) de la cavité de refroidissement (26) sont pratiqués sur une partie inférieure de l'aube.

10. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle les enfoncements (30) de la cavité de refroidissement (26) présentent une section transversale sensiblement sphérique.

11. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle les enfoncements (30) de la cavité de refroidissement (26) présentent une section transversale sensiblement conique.

FIG.1


XX'
19
17
14
26
10
h
18
20
30
12
28
16

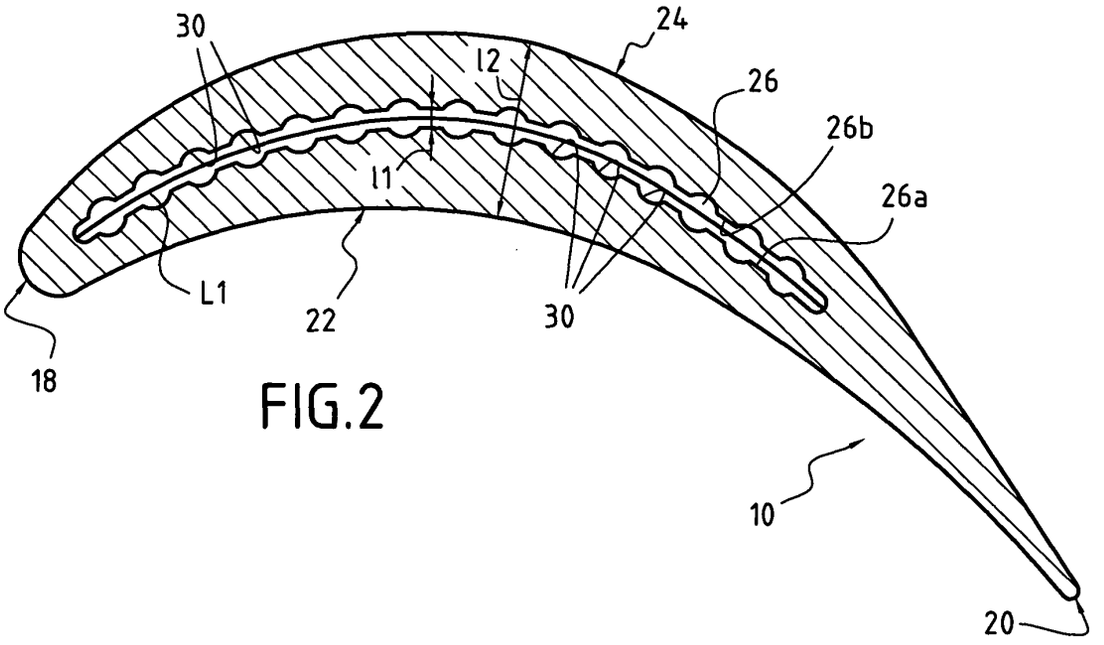

30
24
l2
26
26b
l1
26a
L1
22
30
18
10
20

FIG.2

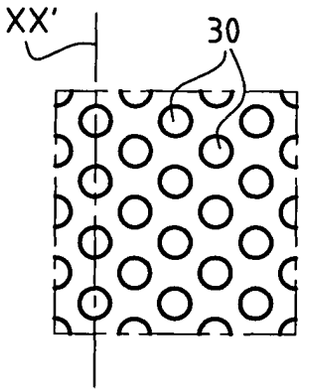


FIG.3

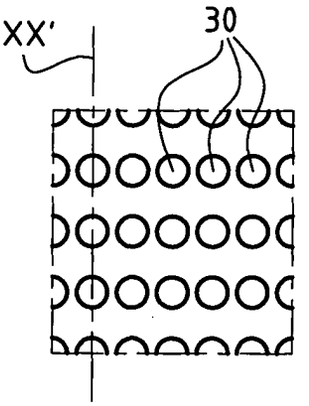


FIG.4

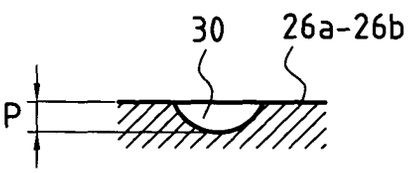


FIG.5

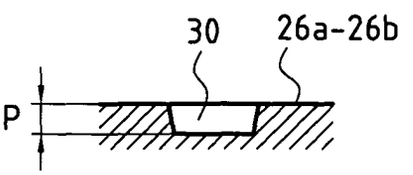


FIG.6

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 05 29 0838

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	US 6 644 921 B2 (BUNKER RONALD SCOTT ET AL) 11 novembre 2003 (2003-11-11) * abrégé; figures 4-7 *	1-10	F01D5/18
X	EP 1 065 345 A (GEN ELECTRIC) 3 janvier 2001 (2001-01-03) * revendications 1,2,5,7-10; figure 4 *	1-10	
X	US 2004/052643 A1 (BUNKER RONALD SCOTT) 18 mars 2004 (2004-03-18) * alinéa [0001] - alinéa [0003]; figure 7 *	1-5	
A	WO 01/71164 A (BOLMS HANS THOMAS ; TIEMANN PETER (DE); SIEMENS AG (DE)) 27 septembre 2001 (2001-09-27) * page 3, ligne 8 - ligne 15; figures 1-6 *	1	
A	US 5 975 850 A (ABUAF ET AL) 2 novembre 1999 (1999-11-02) * le document en entier *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) F01D
A	EP 1 116 537 A (GEN ELECTRIC) 18 juillet 2001 (2001-07-18)		
A	WO 99/64791 A (SOLAR TURBINES INC) 16 décembre 1999 (1999-12-16)		
A	US 5 577 555 A (HISAJIMA ET AL) 26 novembre 1996 (1996-11-26)		

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	18 août 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

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 05 29 0838

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 members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

18-08-2005

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6644921 B2	08-05-2003	US 2003086785 A1	08-05-2003
EP 1065345 A	03-01-2001	US 6589600 B1	08-07-2003
		EP 1065345 A2	03-01-2001
		JP 2001164901 A	19-06-2001
US 2004052643 A1	18-03-2004	AUCUN	
WO 0171164 A	27-09-2001	CN 1606655 A	13-04-2005
		DE 50105063 D1	17-02-2005
		WO 0171164 A1	27-09-2001
		EP 1266128 A1	18-12-2002
		JP 2003534481 T	18-11-2003
		US 2003049125 A1	13-03-2003
US 5975850 A	02-11-1999	AUCUN	
EP 1116537 A	18-07-2001	US 6302185 B1	16-10-2001
		EP 1116537 A2	18-07-2001
		EP 1498198 A1	19-01-2005
		JP 2001232444 A	28-08-2001
		US 2003056927 A1	27-03-2003
		US 2001020525 A1	13-09-2001
WO 9964791 A	16-12-1999	US 6098397 A	08-08-2000
		EP 1019658 A1	19-07-2000
		JP 2002517673 T	18-06-2002
		WO 9964791 A1	16-12-1999
US 5577555 A	26-11-1996	JP 3091071 B2	25-09-2000
		JP 6307788 A	01-11-1994
		JP 3266886 B2	18-03-2002
		JP 2000111291 A	18-04-2000
		KR 132015 B1	20-04-1998

EPO FORM P0460

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