

(19)



(11)

EP 3 274 559 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

13.05.2026 Bulletin 2026/20

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

F01D 5/18 ^(2006.01) **B22C 9/04** ^(2006.01)
B22C 9/10 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16714492.2**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

B22C 9/04; B22C 9/10; F01D 5/187;
F05D 2230/211

(22) Date de dépôt: **22.03.2016**

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2016/050628

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2016/151234 (29.09.2016 Gazette 2016/39)

(54) **NOYAU CERAMIQUE POUR AUBE DE TURBINE MULTI-CAVITES**

KERAMIKKERN FÜR TURBINENSCHAUFEL MIT MEHREREN KAVITÄTEN

CERAMIC CORE FOR MULTI-CAVITIES TURBINE BLADE

(84) Etats contractants désignés:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **23.03.2015 FR 1552383**

(43) Date de publication de la demande:

31.01.2018 Bulletin 2018/05

(73) Titulaires:

- **SAFRAN**
75015 Paris (FR)
- **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:

- **PAQUIN, Sylvain**
95220 Herblay (FR)
- **DUJOL, Charlotte, Marie**
77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR)
- **ENEAU, Patrice**
77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR)
- **JOUBERT, Hugues, Denis**
75005 Paris (FR)
- **ROLLINGER, Adrien, Bernard, Vincent**
94340 Joinville-le-Pont (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Beau de Loménie**

103, rue de Grenelle
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(56) Documents cités:

EP-A1- 1 306 147 FR-A1- 2 569 225

EP 3 274 559 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

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général des aubages de turbine de turbomachine, et plus particulièrement aux aubes de turbine munies de circuits de refroidissement intégrés réalisées par la technique de la fonderie à la cire perdue.

Art antérieur

[0002] De façon connue en soi, une turbomachine comporte une chambre de combustion dans laquelle de l'air et du carburant sont mélangés avant d'y être brûlés. Les gaz issus de cette combustion s'écoulent vers l'aval de la chambre de combustion et alimentent ensuite une turbine haute pression et une turbine basse pression. Chaque turbine comporte une ou plusieurs rangées d'aubes fixes (appelées distributeurs) alternant avec une ou plusieurs rangées d'aubes mobiles (appelées roues mobiles), espacées de façon circonférentielle tout autour du rotor de la turbine. Ces aubes de turbine sont soumises aux températures très élevées des gaz de combustion, lesquelles atteignent des valeurs largement supérieures à celles que peuvent supporter sans dommages ces aubes qui sont en contact direct avec ces gaz, ce qui a pour conséquence de limiter leur durée de vie.

[0003] Afin de résoudre ce problème, il est connu de munir ces aubes de circuits de refroidissement internes présentant des niveaux d'efficacité thermique élevés et visant à réduire la température de ces dernières en créant, à l'intérieur de l'aube, une circulation organisée de cet air (cavités simples à alimentation directe ou trombones par exemple) et, dans la paroi de l'aube, des perforations destinées à générer un film protecteur pour cette aube.

[0004] Cette technologie présente toutefois plusieurs inconvénients. Tout d'abord, les circuits à cavités trombone qui présentent l'avantage de maximiser le travail de l'air au travers du circuit, entraînent un échauffement important de cet air qui se traduit par une baisse de l'efficacité thermique des perçages situés en fin de trombone. De la même façon, des configurations avec cavités bord d'attaque et bord de fuite à alimentation directe ne permettent pas d'apporter une réponse efficace aux niveaux de températures élevés habituellement observés en sommet d'aube. Enfin, les différentes cavités ne sont séparées de la veine que par une paroi d'épaisseur variable en fonction des zones de la pale. Compte tenu des contraintes sur le débit alloué au refroidissement des aubages et de la tendance actuelle d'augmentation des températures d'air de veine, il n'est pas possible de refroidir efficacement l'aube avec un circuit de ce type sans augmenter significativement le débit d'air et pénaliser les performances moteur.

[0005] La figure 5 illustre une aube 10 de turbine haute pression de moteur à turbine à gaz comportant une

surface aérodynamique ou pale 12 qui s'étend en direction radiale entre un pied 14 et un sommet d'aube 16. Le pied de l'aube est conformé de telle sorte qu'il permet le montage de l'aube sur un disque de rotor. Le sommet de l'aube présente une partie dite en forme de baignoire 18 constituée d'un fond transversal à la pale et d'une paroi formant son bord dans le prolongement de la paroi de la pale 12. Comme le montre la vue en coupe de la figure 6, la pale 12 comprend dans l'exemple illustré à simple titre de principe une pluralité de cavités 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32. Des première et deuxième cavités centrales 20, 22 s'étendent du pied jusqu'au sommet de la pale et deux autres cavités 24, 26 sont disposées de part et d'autre de ces cavités centrales, le long de la paroi de l'extrados entre ces cavités centrales et la paroi extrados de l'aube et le long de la paroi de l'intrados entre ces cavités centrales et la paroi intrados de l'aube. Enfin, une cavité 28 est située dans la partie de l'aube près du bord d'attaque et deux cavités 30, 32 se succèdent en ligne dans la partie de l'aube près du bord de fuite.

[0006] La forme et le nombre des cavités ainsi que la position des perçages externes 34, 36 et la géométrie des fentes bord de fuite 38 sont donnés à titre illustratif, tous ces éléments étant en effet généralement optimisés pour maximiser l'efficacité thermique dans les zones les plus sensibles à la chaleur des gaz de combustion dans lesquelles ces aubes sont plongées. Les cavités internes sont en outre souvent munies de perturbateurs (non illustrés) afin d'augmenter les échanges thermiques.

[0007] Comme décrit dans la demande FR2961552 au nom de la demanderesse, les aubes de turbines haute pression sont classiquement réalisées en fonderie à cire perdue, la géométrie des circuits y étant réalisée, selon sa complexité, par le positionnement dans le moule d'un ou plusieurs noyaux en céramique dont la surface extérieure forme la surface interne de l'aube finie.

[0008] Notamment, les circuits de refroidissement comportant plusieurs cavités, comme ceux des figures 5 et 6, nécessitent l'assemblage de plusieurs noyaux séparés en céramique (destinés à réaliser les cavités centrales froide isolées des gaz chauds et les cavités externes fines ayant des alimentations en air distinctes) pour assurer les épaisseurs de paroi métal avant de pouvoir être coulés. C'est donc une opération complexe dont l'assemblage, qui se fait manuellement par le pied et la tête des noyaux céramique, empêche la réalisation en fonderie de la baignoire en tête d'aube, ce qui oblige à une opération de finition supplémentaire coûteuse pouvant entraîner une limitation de la tenue mécanique de l'aube dans cette zone (apport de la baignoire ou bouchage par brasage par exemple).

Objet et résumé de l'invention

[0009] La présente invention vise donc à pallier les inconvénients liés à l'assemblage manuel de plusieurs noyaux séparés en proposant un circuit de refroidissement pour une aube de turbine qui peut être réalisé en un

seul noyau afin de supprimer ces opérations d'assemblage et de finition de baignoire des circuits de l'art antérieur tout en assurant la distance inter-cavités correspondant à l'épaisseur de cloison métallique après coulée du métal fondu, de façon plus fiable que lors des assemblages manuels actuels.

[0010] A cet effet, il est prévu un noyau céramique utilisé pour la fabrication d'une aube de turbine creuse de turbomachine selon la revendication 1.

[0011] Par ces jonctions par le corps de l'aube, le besoin d'artifices d'assemblage en tête d'aube est supprimé, ce qui permet d'obtenir une baignoire de fonderie ayant les mêmes propriétés mécaniques que le corps de l'aube. En outre, l'alimentation principale des cavités latérales par leur pied permet de mieux maîtriser le flux d'air et le refroidissement global des parois externes sur la pale finie et, sur le noyau, les alimentations des différentes cavités peuvent être jointes dès l'injection, ce qui améliore encore la tenue mécanique des noyaux.

[0012] Selon le mode de réalisation envisagé, lesdites zones critiques prédéterminées sont choisies parmi les zones les plus contraintes thermo-mécaniquement desdites première et seconde cavités latérales et lesdites jonctions céramiques ont une section dimensionnée pour assurer la tenue mécanique desdites cloisons internes lors de la coulée du métal fondu.

[0013] L'invention concerne également le procédé de fabrication d'une aube de turbine creuse de turbomachine réalisée selon la technique de la fonderie à la cire perdue au moyen d'un noyau à un seul élément comme explicité précédemment et toute turbine de turbomachine munie d'une pluralité d'aubes refroidies fabriquée à partir d'un tel procédé.

Breve description des dessins

[0014] 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 et sur lesquels :

- la figure 1 est une vue intrados d'un noyau pour aube de turbine selon l'invention,
- la figure 2 est une vue extrados d'un noyau pour aube de turbine selon l'invention,
- la figure 3 est une vue du noyau des figures 1 et 2 coupée sur la hauteur de l'aube pour en montrer ses zones de jonction,
- les figures 4A, 4B et 4C sont des vues en coupe à différentes hauteurs de l'aube,
- la figure 5 est une vue en perspective d'une aube de turbine de l'art antérieur, et
- la figure 6 est une vue en coupe de l'aube de la figure 5.

Description détaillée d'un mode de réalisation

[0015] Les figures 1 et 2 représentent un noyau céramique 40 destiné à la réalisation d'une aube de turbine de turbomachine respectivement vue côté extrados et vue côté intrados de cette aube. Le noyau céramique, dans l'exemple illustré, comporte sept parties ou colonnes formant un seul élément. La première colonne 42, qui est destinée à se retrouver du côté de l'arrivée des gaz de combustion, correspond à la cavité de bord d'attaque 28 qui se créera après fonderie, alors que la deuxième colonne 44 correspond à la cavité centrale 20 qui lui est adjacente. Cette dernière reçoit un flux d'air de refroidissement par une canalisation (non représentée) résultant, après fonderie, de la présence d'un premier pied de colonne 46 du noyau 40. Les trois autres colonnes 48, 50, 52 faisant un aller-retour correspondent aux cavités suivantes 22, 30, 32 qui reçoivent un second flux d'air de refroidissement amené par une autre canalisation issue de la présence d'un second pied de colonne 54 relié au premier pied de colonne 46 pour former le pied du noyau. Les première et deuxième colonnes 42 et 44 sont reliées l'une à l'autre par une série de ponts 56, auxquels correspondront, après fonderie, des orifices d'alimentation en air (voir la référence 80 sur la figure 4A) pour le refroidissement de la cavité de bord d'attaque 28. Au moins deux ponts supérieurs 57, à la liaison avec les colonnes et une tête 59 du noyau 40 permettent d'obtenir l'épaisseur de cloison voulue en fond de baignoire lors de la coulée et sont également dimensionnées pour former des orifices d'évacuation d'air. Concernant la quatrième colonne 50, des pontets 58 verticalement inclinés créent des régions amincies de noyau permettant de créer des régions rigidifiées d'aube.

[0016] La taille des différents ponts est déterminée pour éviter leur rupture lors de la manipulation du noyau 40, ce qui le rendrait inutilisable. Les ponts sont, dans l'exemple considérés, répartis en étant espacés sensiblement régulièrement sur la hauteur du noyau 40 en particulier à la première colonne 42 du noyau.

[0017] Conformément à l'invention, le noyau 40 comporte en outre des sixième et septième colonnes latérales 60 et 62 séparées l'une et l'autre des deuxième et troisième colonnes 44, 48 par un espacement déterminé laissant ainsi la place pour la création d'une paroi inter-cavités pleine lors de la coulée du métal fondu. Pour des raisons de maintien de ces colonnes et de rigidité de l'ensemble du noyau, l'extrémité inférieure de la sixième colonne 60 est reliée au premier pied de colonne 46 et l'extrémité inférieure de la septième colonne 62 est reliée au second pied de colonne 54 et de multiples jonctions céramiques de faible section (voir par exemple les références 64, 66, 68 de la figure 3), dimensionnées toutefois pour assurer la tenue mécanique des cloisons internes formées lors de la coulée du métal fondu dans le moule de coulée, sont disposées sur la partie fonctionnelle de l'aube entre ces deux colonnes latérales et les deuxième et troisième colonnes centrales.

[0018] La présence des deux liaisons en pied de colonne (toutefois seule la jonction céramique 70 en pied de la septième colonne 62 est illustrée) aura pour conséquence, après la fonderie, que les cavités latérales 24, 26 seront reliées directement à la canalisation d'alimentation en air de refroidissement des cavités centrales 20 et 22, ce qui améliore encore la tenue mécanique du noyau et, sur la pale finie, l'alimentation par le pied du noyau permet de mieux maîtriser le flux d'air interne de refroidissement et le refroidissement global des parois externes.

[0019] Les figures 4A, 4B et 4C montrent les orifices 72, 74, 76, 78 laissées par les jonctions entre les deux cavités centrales 20, 22 et les cavités latérales 24, 26 à différentes hauteurs de l'aube (ou du noyau). Sur la figure 4A, on peut noter les deux orifices 72, 74 assurant un passage d'air entre la cavité centrale 22 et les cavités latérales 24, 26 respectivement, l'orifice 80 au niveau de la cavité de bord d'attaque 28 résultant d'un pont 56. Sur la figure 4B, l'orifice 76 assure un passage d'air entre la cavité centrale 20 et la cavité latérale 24 et sur la figure 4C, l'orifice 78 assure un passage d'air entre la cavité centrale 20 et la cavité latérale 26.

[0020] Le procédé de fabrication à cire perdue de l'aube une fois le noyau en un seul élément réalisé est classique et consiste tout d'abord à former un moule d'injection dans lequel est placé le noyau avant injection de la cire. Le modèle en cire ainsi créé est ensuite trempé dans des barbotines constituées de suspension de céramique pour confectionner un moule de coulée (appelé aussi moule carapace). Enfin, on élimine la cire et on cuit le moule carapace dans lequel le métal fondu peut alors être coulé.

[0021] Du fait des jonctions céramiques liant les colonnes centrales et latérales du noyau, leur écartement relatif est maîtrisé sur toute la hauteur de l'aube. Ces jonctions sont positionnées de façon en outre à entraîner, sur l'aube finie, un apport d'air frais supplémentaire depuis les cavités centrales vers les zones les plus contraintes thermo-mécaniquement des cavités latérales, ce qui améliore également l'efficacité thermique locale et la durée de vie de l'aube. Ces jonctions sont notamment dimensionnées et disposées de façon à assurer :

- Leur tenue mécanique lors de la coulée,
- Le positionnement relatif des cavités centrales et latérales, c'est-à-dire l'épaisseur des cloisons internes de l'aube,
- Un complément d'air de refroidissement suffisant dans les zones critiques, en particulier en correspondance de la proximité du bord d'attaque.

Revendications

1. Noyau céramique utilisé pour la fabrication d'une aube de turbine creuse de turbomachine selon la

technique de la fonderie à la cire perdue, l'aube comportant des cavités de bord d'attaque et de bord de fuite (28, 30, 32), au moins une cavité centrale (20, 22), une première cavité latérale (24) disposée entre ladite au moins une cavité centrale et une paroi extrados de l'aube et une seconde cavité latérale (26) disposée entre ladite au moins une cavité centrale et une paroi intrados de l'aube, le noyau étant conformé pour constituer toutes lesdites cavités en un seul élément et comporte, pour alimenter conjointement l'intérieur desdites cavités en air de refroidissement, des parties de noyaux (60, 62) destinées à former lesdites première et seconde cavités latérales reliées à une partie de noyau (42, 44, 48, 50, 52) destinée à former lesdites cavités de bord d'attaque et de bord de fuite et ladite au moins une cavité centrale, d'une part en pied de noyau (46, 54) par au moins deux jonctions céramiques (70) et d'autre part à différentes hauteurs dudit noyau par une pluralité d'autres jonctions céramiques (64, 66, 68) dont le positionnement définit l'épaisseur de cloisons internes de l'aube tout en assurant un complément d'air de refroidissement vers des zones critiques prédéterminées desdites première et seconde cavités latérales, le noyau céramique comportant en outre une partie de noyau (59) destinée à former une baignoire (18) et reliée à ladite partie de noyau destinée à former lesdites cavités de bord d'attaque et de bord de fuite et ladite au moins une cavité centrale par des jonctions céramiques (57) dont le positionnement définit l'épaisseur de ladite baignoire tout en assurant une évacuation d'air de refroidissement en tête d'aube.

2. Noyau céramique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdites zones critiques prédéterminées sont choisies parmi les zones les plus contraintes thermo-mécaniquement desdites première et seconde cavités latérales.

3. Noyau céramique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdites jonctions céramiques ont une section dimensionnée pour assurer la tenue mécanique desdites cloisons internes lors de la coulée du métal fondu.

4. Utilisation d'un noyau céramique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 pour la fabrication d'une aube de turbine creuse de turbomachine selon la technique de la fonderie à la cire perdue.

5. Procédé de fabrication d'une aube de turbine creuse de turbomachine réalisée selon la technique de la fonderie à la cire perdue, l'aube comportant des cavités de bord d'attaque et de bord de fuite (28, 30, 32), au moins une cavité centrale (20, 22), une première cavité latérale (24) disposée entre ladite au moins une cavité centrale et une paroi extrados de

l'aube et une seconde cavité latérale (26) disposée entre ladite au moins une cavité centrale et une paroi intrados de l'aube, le procédé comprenant une étape de fabrication d'un noyau céramique en un seul élément correspondant auxdites cavités de bord d'attaque et de bord de fuite, à ladite au moins une cavité centrale et auxdites première et seconde cavités latérales, des parties de noyaux (60, 62) destinées à former lesdites première et seconde cavités latérales étant reliées à une partie de noyau (42, 44, 48, 50, 52) destinée à former lesdites cavités de bord d'attaque et de bord de fuite et ladite au moins une cavité centrale, d'une part en pied de noyau (46, 54) par au moins deux jonctions céramiques (70) afin d'alimenter conjointement l'intérieur desdites cavités en air de refroidissement et d'autre part à différentes hauteurs dudit noyau par une pluralité d'autres jonctions céramiques (64, 66, 68) dont le positionnement définit l'épaisseur de cloisons internes de l'aube tout en assurant un complément d'air de refroidissement vers des zones critiques prédéterminées desdites première et seconde cavités latérales, ledit noyau céramique en un seul élément comportant en outre une partie de noyau (59) destinée à former une baignoire (18) et reliée à ladite partie de noyau destinée à former lesdites cavités de bord d'attaque et de bord de fuite et ladite au moins une cavité centrale par des jonctions céramiques (57) dont le positionnement définit l'épaisseur de ladite baignoire tout en assurant une évacuation d'air de refroidissement en tête d'aube, ledit noyau céramique ainsi formé étant mis en place dans un moule de coulée et le métal fondu coulé dans ledit moule.

6. Turbomachine comportant une aube de turbine creuse fabriquée selon le procédé de fabrication de la revendication 5.

Patentansprüche

1. Keramischer Kern, der für die Herstellung einer hohlen Turbinenschaufel für eine Turbomaschine gemäß der Technik des Wachsausschmelz-Gießens verwendet wird, wobei die Schaufel Vorderkanten- und Hinterkanten-Hohlräume (28, 30, 32), zumindest einen zentralen Hohlraum (20, 22), einen ersten seitlichen Hohlraum (24), der zwischen dem zumindest einen zentralen Hohlraum und einer saugseitigen Wand der Schaufel angeordnet ist, und einen zweiten seitlichen Hohlraum (26) beinhaltet, der zwischen dem zumindest einen zentralen Hohlraum und einer druckseitigen Wand der Schaufel angeordnet ist, wobei der Kern so ausgestaltet ist, dass er alle Hohlräume in einem einzigen Element ausbildet und zur gemeinsamen Versorgung des Innenraums der Hohlräume mit Kühllungsluft Kernteile (60, 62)

beinhaltet, die dazu bestimmt sind, den ersten und zweiten seitlichen Hohlraum zu bilden, die mit einem Kernteil (42, 44, 48, 50, 52) verbunden sind, der dazu bestimmt ist, die Vorderkanten- und Hinterkanten-Hohlräume und den zumindest einen zentralen Hohlraum zu bilden, einerseits an der Basis des Kerns (46, 54) durch zumindest zwei keramische Verbindungsstellen (70) und andererseits an verschiedenen Höhen des Kerns durch mehrere weitere keramische Verbindungsstellen (64, 66, 68), deren Positionierung die Dicke von inneren Trennwänden der Schaufel definiert und dabei eine Zufuhr an Kühllungsluft zu vorbestimmten kritischen Zonen des ersten und zweiten seitlichen Hohlraums sicherstellt, wobei der keramische Kern ferner einen Kernteil (59) beinhaltet, der dazu bestimmt ist, eine Wanne (18) zu bilden, und mit dem Kernteil, der dazu bestimmt ist, die Vorderkanten- und Hinterkanten-Hohlräume und den zumindest einen zentralen Hohlraum zu bilden, durch keramische Verbindungsstellen (57) verbunden ist, deren Positionierung die Dicke der Wanne definiert und dabei einen Abzug der Kühllungsluft an dem Kopf der Schaufel sicherstellt.

2. Keramischer Kern nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorbestimmten kritischen Zonen aus den thermomechanisch am stärksten belasteten Zonen des ersten und zweiten seitlichen Hohlraums ausgewählt sind.
3. Keramischer Kern nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die keramischen Verbindungsstellen einen Querschnitt aufweisen, der dimensioniert ist, um den mechanischen Halt der inneren Trennwände während des Gießens des geschmolzenen Metalls sicherzustellen.
4. Verwendung eines keramischen Kerns nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung einer hohlen Turbinenschaufel für eine Turbomaschine gemäß der Technik des Wachsausschmelz-Gießens.
5. Verfahren zur Herstellung einer hohlen Turbinenschaufel für eine Turbomaschine nach der Technik des Wachsausschmelz-Gießens, wobei die Schaufel Vorderkanten- und Hinterkanten-Hohlräume (28, 30, 32), zumindest einen zentralen Hohlraum (20, 22), einen ersten seitlichen Hohlraum (24), der zwischen dem zumindest einen zentralen Hohlraum und einer saugseitigen Wand der Schaufel angeordnet ist, und einen zweiten seitlichen Hohlraum (26) beinhaltet, der zwischen dem zumindest einen zentralen Hohlraum und einer druckseitigen Wand der Schaufel angeordnet ist, wobei das Verfahren einen Schritt zur Herstellung eines keramischen Kerns in einem einzigen Element umfasst, das den Vorderkanten- und Hinterkanten-Hohlräumen,

dem zumindest einen zentralen Hohlraum und dem ersten und zweiten seitlichen Hohlraum entspricht, wobei Kernteile (60, 62), die dazu bestimmt sind, den ersten und zweiten seitlichen Hohlraum zu bilden, mit einem Kernteil (42, 44, 48, 50, 52) verbunden sind, der dazu bestimmt ist, die Vorderkanten- und Hinterkanten-Hohlräume und den zumindest einen zentralen Hohlraum zu bilden, einerseits an der Basis des Kerns (46, 54) durch zumindest zwei keramische Verbindungsstellen (70), um den Innenraum der Hohlräume mit Kühllungsluft zu versorgen, und andererseits an verschiedenen Höhen des Kerns durch mehrere weitere keramische Verbindungsstellen (64, 66, 68), deren Positionierung die Dicke von inneren Trennwänden der Schaufel definiert und dabei eine Zufuhr an Kühllungsluft zu vorbestimmten kritischen Zonen des ersten und zweiten seitlichen Hohlraums sicherstellt, wobei der keramische Kern aus einem einzigen Element ferner einen Kernteil (59) beinhaltet, der dazu bestimmt ist, eine Wanne (18) zu bilden, und mit dem Kernteil, der dazu bestimmt ist, die Vorderkanten- und Hinterkanten-Hohlräume und den zumindest einen zentralen Hohlraum zu bilden, durch keramische Verbindungsstellen (57) verbunden ist, deren Positionierung die Dicke der Wanne definiert und dabei einen Abzug der Kühllungsluft an dem Kopf der Schaufel sicherstellt, wobei der so gebildete keramische Kern in eine Gießform platziert wird und das geschmolzene Metall in die Form gegossen wird.

6. Turbomaschine, umfassend eine hohle Turbinenschaufel, die gemäß dem Herstellungsverfahren nach Anspruch 5 hergestellt ist.

Claims

1. A ceramic core used for fabricating a hollow turbine blade for a turbine engine by using the lost-wax casting technique, the blade including leading edge and trailing edge cavities (28, 30, 32), at least one central cavity (20, 22), a first lateral cavity (24) arranged between said at least one central cavity and a suction side wall of the blade, and a second lateral cavity (26) arranged between said at least one central cavity and a pressure side wall of the blade, the core being shaped to constitute said cavities as a single element and, in order to feed the insides of said cavities jointly with cooling air, it includes core portions (60, 62) that are to form said first and second lateral cavities and that are connected to a core portion (44, 48) that is to form said at least one central cavity, firstly in the core root (46, 54) via at least two ceramic junctions (70), and secondly at various heights up said core via a plurality of other ceramic junctions (64, 66, 68) of positioning that defines the thickness of the internal partitions of the blade, while

also ensuring additional cooling air for predetermined critical zones of said first and second lateral cavities, the ceramic core further including a core portion (59) for forming a bathtub (18) and connected to said core portion intended to form said leading edge and trailing edge cavities and at least one central cavity via ceramic junctions (57) of positioning that defines the thickness of said bathtub, while ensuring that cooling air is discharged at the blade tip.

2. A ceramic core according to claim 1, **characterized in that** said predetermined critical zones are selected from the zones of said first and second lateral cavities that are subjected to the greatest thermo-mechanical stresses.
3. A ceramic core according to claim 1, **characterized in that** said ceramic junctions are of section determined so as to ensure the mechanical strength of said internal partitions while casting the molten metal.
4. The use of a ceramic core according to any one of claims 1 to 3 for fabricating a hollow turbine blade for a turbine engine using the lost-wax casting technique.
5. A fabrication method for fabricating a hollow turbine blade for a turbine engine by using the lost-wax casting technique, the blade including leading edge and trailing edge cavities (28, 30, 32), at least one central cavity (20, 22), a first lateral cavity (24) arranged between said at least one central cavity and a suction side wall of the blade, and a second lateral cavity (26) arranged between said at least one central cavity and a pressure side wall of the blade, the method comprising a step of fabricating a single-element ceramic core corresponding to said leading edge and trailing edge cavities, to said at least one central cavity and to said first and second lateral cavities, core portions (60, 62) that are to form said first and second lateral cavities being connected to a core portion (42, 44, 48, 50, 52) that is to form said including leading edge and trailing edge cavities and said at least one central cavity, firstly in a core root (46, 54) via at least two ceramic junctions (70) so as to feed the insides of said cavities jointly with cooling air, and secondly, at various heights up said core via a plurality of other ceramic junctions (64, 66, 68) of positioning that defines the thickness of the internal partitions of the blade, while ensuring additional cooling air for predetermined critical zones of said first and second lateral cavities, the ceramic core a single-element further including a core portion (59) for forming a bathtub (18) and connected to said core portion intended to form said leading edge and trailing edge cavities and at least one central cavity via

ceramic junctions (57) of positioning that defines the thickness of said bathtub, while ensuring that cooling air is discharged at the blade tip, the ceramic core as formed in this way being put into place in a casting mold and molten metal being cast in said mold.

5

6. A turbine engine including a hollow turbine blade fabricated using the fabrication method of claim 5.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

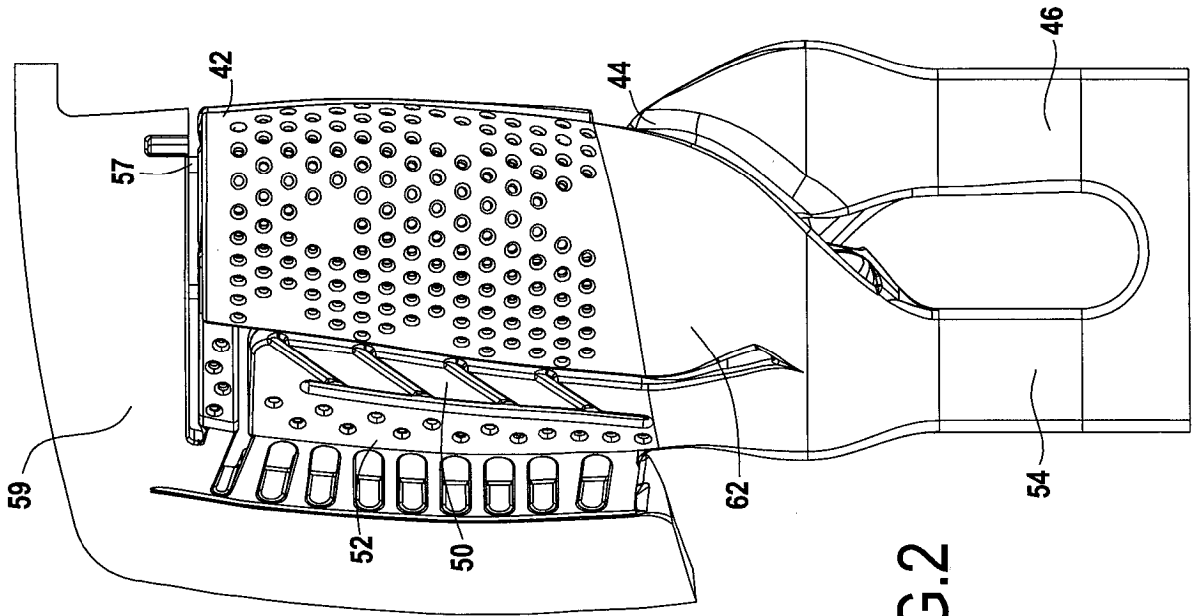


FIG.2

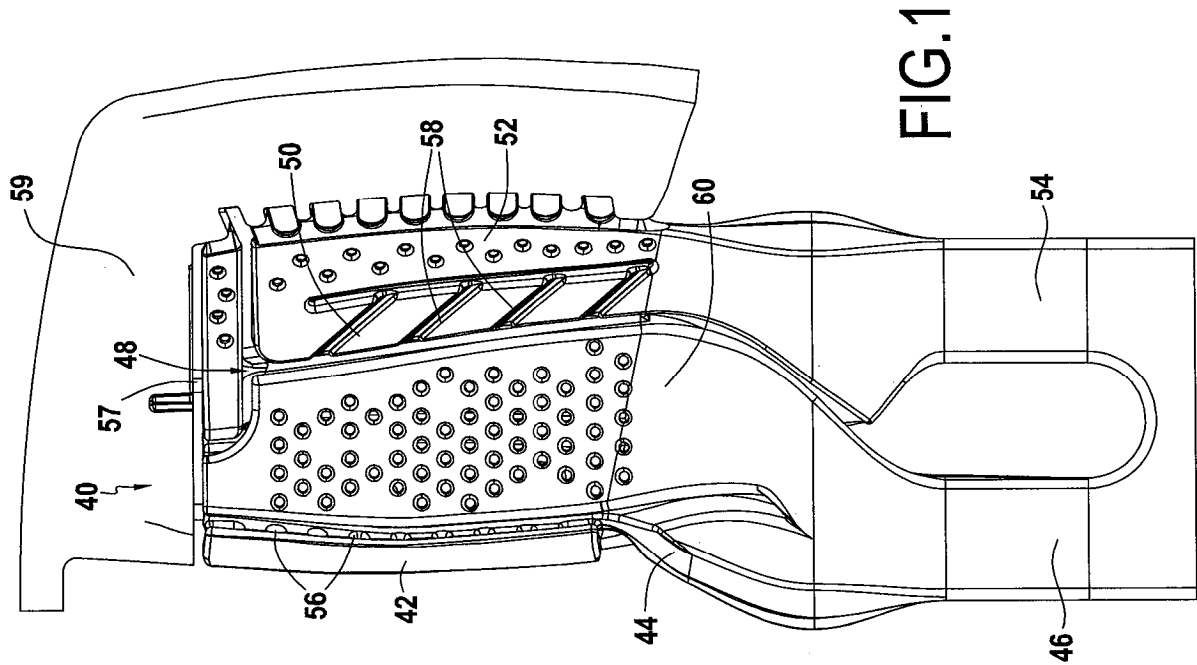
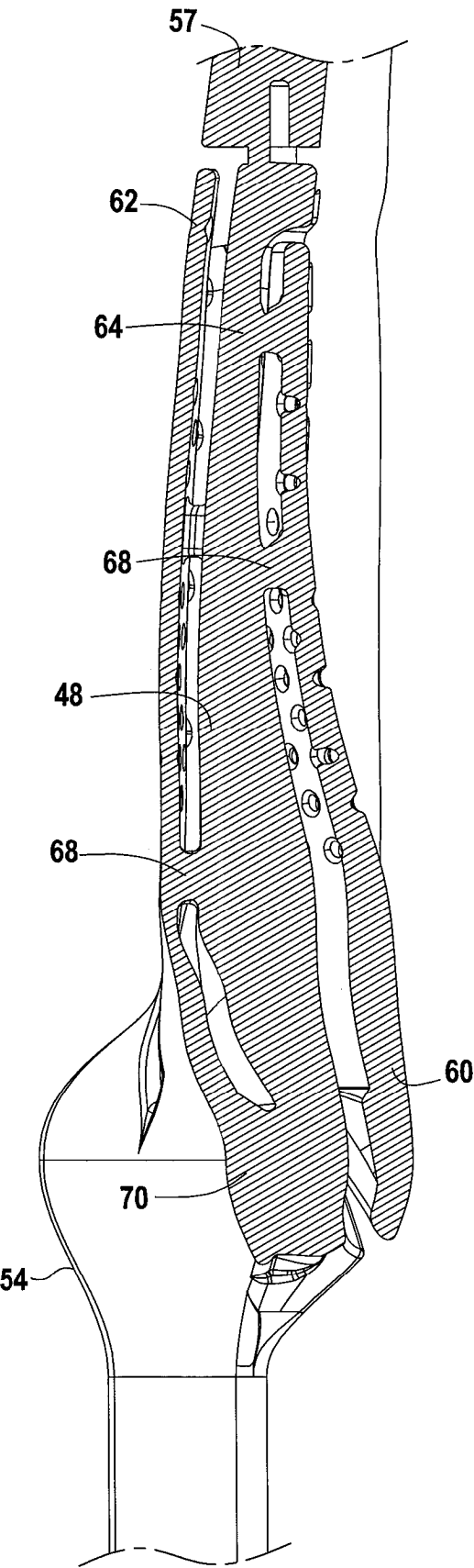
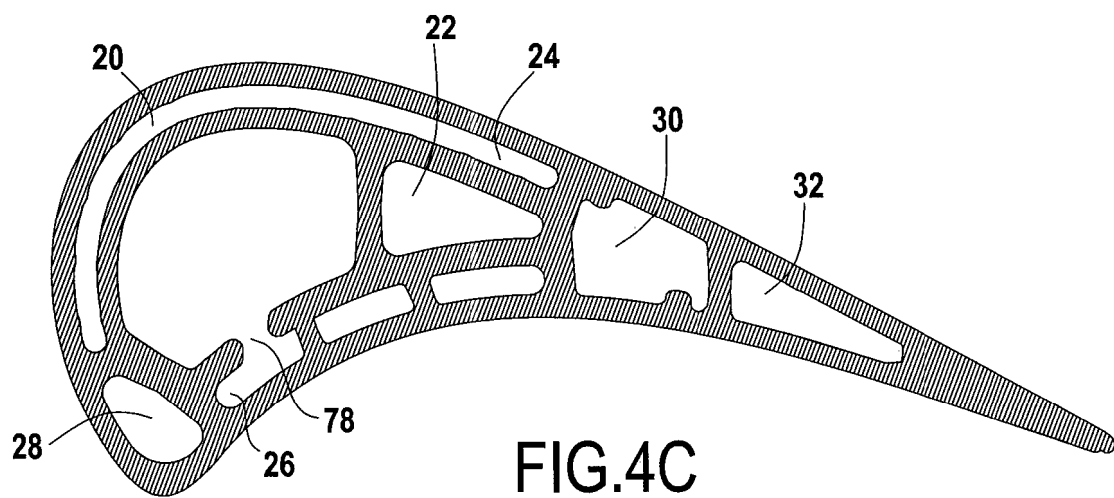
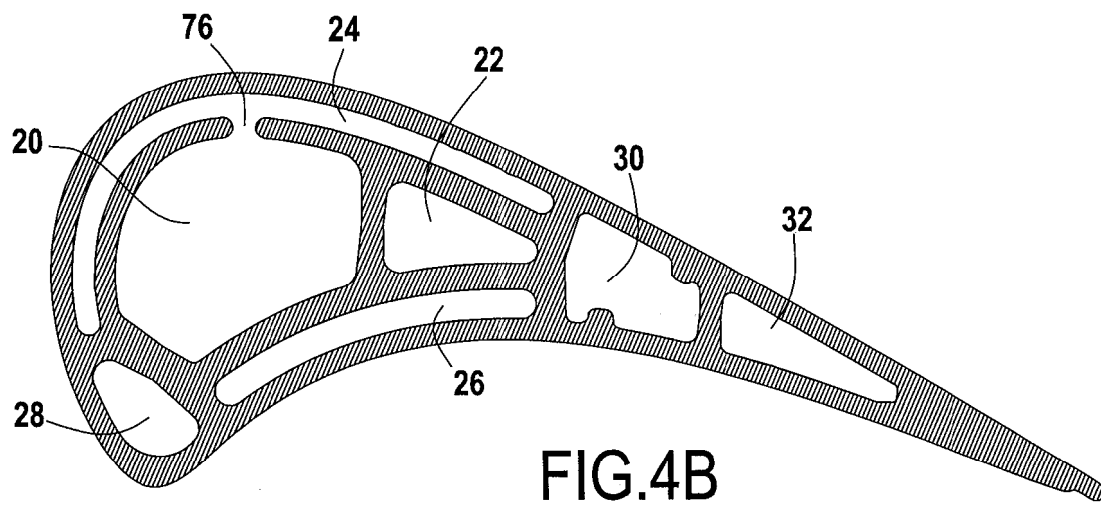
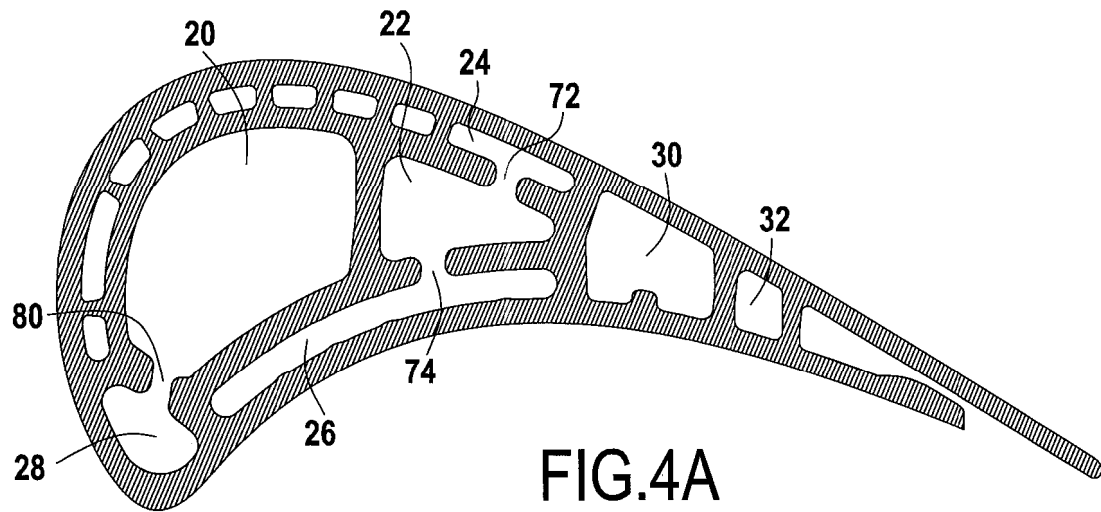


FIG.1





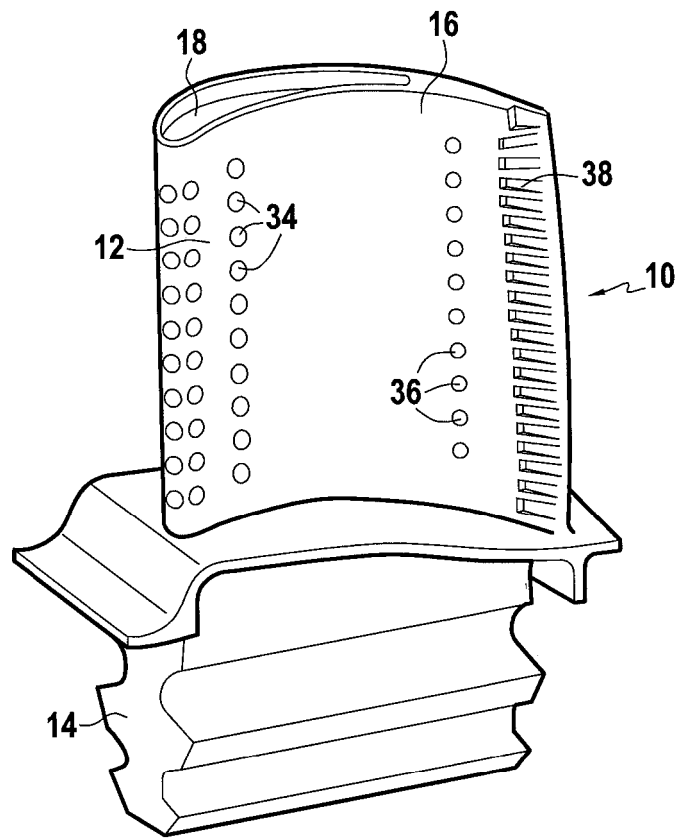


FIG. 5

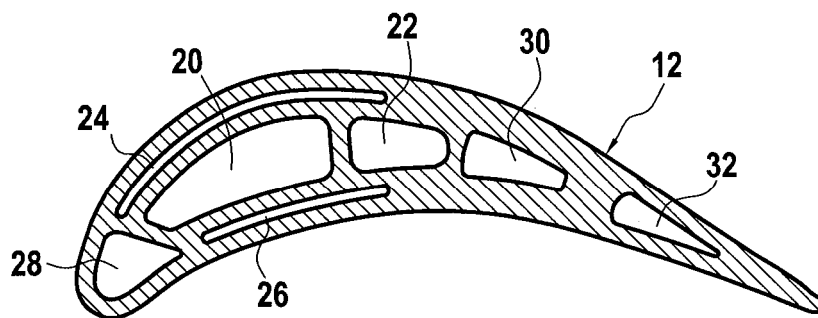


FIG. 6

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

- FR 2961552 [0007]