

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
17 août 2017 (17.08.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/137709 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B22C 9/10 (2006.01) **F01D 5/18** (2006.01)

(74) Mandataires : **DAVID, Alain** et al.; Cabinet BEAU DE LOMENIE, 158 Rue de l'Université, 75340 PARIS Cedex 07 (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/050310

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Date de dépôt international :
10 février 2017 (10.02.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1651134 12 février 2016 (12.02.2016) FR

(71) Déposant : **SAFRAN** [FR/FR]; 2, Boulevard du Général Martial Valin, 75015 PARIS (FR).

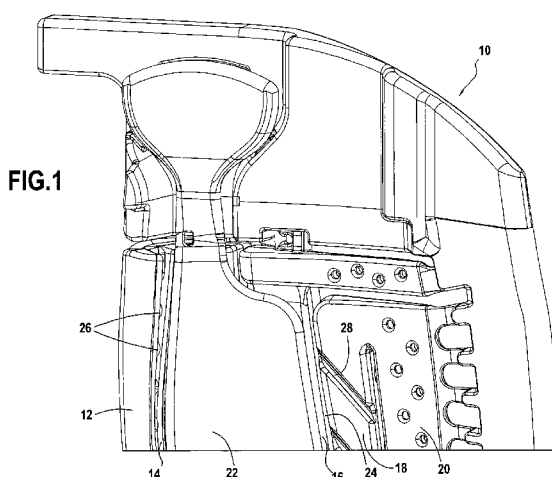
(72) Inventeurs : **ROLLINGER, Adrien Bernard Vincent**; c/o SAFRAN AIRCRAFT ENGINES PI (AJI), Rond-point René Ravaud-Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL CEDEX (FR). **BEHELANY, Mirna**; c/o SAFRAN AIRCRAFT ENGINES PI (AJI), Rond-point René Ravaud-Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL CEDEX (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR FORMING DUST-REMOVAL HOLES FOR A TURBINE BLADE AND ASSOCIATED CERAMIC CORE

(54) Titre : PROCÉDÉ DE FORMATION DE TROUS DE DÉPOUSSIÉRAGE POUR AUBE DE TURBINE ET NOYAU CÉRAMIQUE ASSOCIÉ



(57) Abstract : The invention relates to a ceramic core (10) used for the production of a hollow turbine blade for a turbomachine, using the lost-wax foundry technique, said blade comprising calibrated dust-removal holes extending from an apex of at least one cavity (22) and opening into a channel of the blade, each of said calibrated dust-removal holes being formed in a part of the core with a sufficient pre-determined height to ensure mechanical strength, said part of the core comprising a through-opening having an axis perpendicular to a longitudinal axis of the calibrated dust-removal hole and defining, on each side of the through-opening, a core cylinder having a pre-determined diameter corresponding to the dust-removal hole to be formed and a remaining core volume that is intended to be refilled after casting, such that the calibrated dust-removal hole is obtained without being pierced and without the use of connecting rods.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2017/137709 A1



SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, —
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont
reçues (règle 48.2.h))*

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Noyau céramique (10) 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 trous calibrés de dépoussiérage émanant d'un sommet d'au moins une cavité (22) et débouchant dans une baignoire de cette aube, chacun des trous calibrés de dépoussiérage étant formé dans une partie de noyau d'une hauteur déterminée suffisante pour en garantir la tenue mécanique, la partie de noyau comportant un orifice traversant d'axe perpendiculaire à un axe longitudinal du trou calibré de dépoussiérage et délimitant de part et d'autre de cet orifice traversant d'une part un cylindre de noyau d'un diamètre déterminé correspondant au trou de dépoussiérage à former et d'autre part un volume de noyau restant destiné à être rebouché après coulée, de sorte que le trou calibré de dépoussiérage est obtenu sans perçage et sans utilisation de tiges de liaison.

Procédé de formation de trous de dépoussiérage pour aube de turbine et noyau céramique associé

Domaine de l'invention

5 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.

10 Art antérieur

 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
15 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
20 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 implique nécessairement d'assurer leur refroidissement en continu par un circuit de refroidissement intégré qui, lorsqu'on souhaite assurer un refroidissement
25 efficace et précis sans augmenter significativement le débit d'air et sans pénaliser les performances du moteur, comporte de multiples cavités. Les aubes creuses ainsi formées sont fabriquées par le procédé de fonderie dit « à cire perdue » qui nécessite le recours d'une pièce modèle ou noyau dont la surface extérieure correspond à la surface interne de l'aube finie,
30 comme décrit dans la demande FR2961552 déposée au nom de la demanderesse.

 L'air nécessaire au fonctionnement du moteur contient généralement diverses poussières (en particulier du sable fin) qui peuvent s'accumuler dans les circuits de refroidissement des aubes de turbine
35 engendrant l'obturation des orifices d'évacuation en sortie des cavités et menaçant ainsi l'intégrité de l'aube. Pour pallier ce problème, les aubes de

turbine sont équipées en sommet de cavité de trous de dépoussiérage calibrés, obtenus par usinage de grande précision ou à partir de tiges de liaison en alumine ou en quartz insérées dans le noyau céramique, et dont le rôle est de générer ces trous et de garantir l'évacuation de ces particules après leur décochage (c'est-à-dire leur dissolution).

L'utilisation de ces tiges de liaison pose toutefois certains problèmes. Tout d'abord, les tiges en alumine sont très difficilement éliminables par les solutions basiques (ou dans les conditions de décochage standard des noyaux céramiques) et nécessitent un temps de séjour important, une concentration en soude ou potasse très élevée et des températures et pressions très élevées susceptibles d'être agressifs vis-à-vis de l'alliage (corrosion sous contrainte). De même, les tiges de quartz présentent une faible tenue mécanique pénalisant ainsi leur utilisation dans un procédé de fonderie à cire perdue ou le noyau qui possède un coefficient de dilatation thermique (CTE) différent et est aussi souvent de composition différente, subit plusieurs contraintes mécaniques. Ensuite, l'utilisation de tiges n'est pas applicable dans tous les procédés de fabrication de noyaux. Dans le cas par exemple des noyaux élaborés par fabrication additive ou des noyaux obtenus par usinage dans un bloc céramique, les tiges ne peuvent pas être encastrées dans le noyau au cours de la fabrication (contrairement au procédé de moulage par injection). Enfin, l'utilisation de tiges n'est pas applicable à toutes les géométries de noyaux notamment celles mettant en œuvre des plaques fines dont les tiges doivent alors épouser la forme.

En outre, l'assemblage de plusieurs noyaux céramiques se faisant généralement par le pied et par la tête des noyaux (parties non fonctionnelles du noyau), l'excès de matière résultant de la coulée (conséquence de l'assemblage des noyaux) doit être éliminé lors de l'usinage de la baignoire qui nécessite le recours à diverses techniques de rechargement (rebouchage) ou de brasage de plaques. Or ces plaques brasées ne sont pas robustes (celles-ci peuvent se détacher et il peut donc être nécessaire de les épaissir localement) et le rechargement n'est souvent pas précis (profondeur rebouchée incertaine). Dès lors, le perçage des tiges de liaison formant les trous de dépoussiérage s'avère particulièrement délicat car ce perçage calibré s'effectue à l'endroit rebouché précédemment, avec donc un plus petit diamètre tout en

respectant le minimum dimensionné pour évacuer les débris. La demande US2010/303625 illustre un tel perçage de tiges en céramique par EDM.

Objet et résumé de l'invention

La présente invention vise donc à pallier les inconvénients
5 précités en proposant un aménagement géométrique du noyau permettant d'obtenir simplement des trous de dépoussiérage de façon plus fiable qu'actuellement et notamment sans nuire à la robustesse de ce noyau. Un autre but est de supprimer l'opération finale de perçage de la baignoire de l'art antérieur pour obtenir ces orifices.

10 A cet effet, il est prévu un noyau céramique utilisé pour la fabrication d'une aube de turbine creuse de turbomachine selon la technique de la fonderie à la cire perdue, ladite aube comportant des trous calibrés de dépoussiérage émanant d'un sommet d'au moins une cavité et débouchant dans une baignoire de ladite aube, caractérisé en ce
15 que chacun desdits trous calibrés de dépoussiérage est formé dans une partie de noyau d'une hauteur déterminée suffisante pour en garantir la tenue mécanique, ladite partie de noyau comportant un orifice traversant d'axe perpendiculaire à un axe longitudinal dudit trou calibré de dépoussiérage et délimitant de part et d'autre dudit orifice traversant
20 d'une part un cylindre de noyau d'un diamètre déterminé correspondant audit trou de dépoussiérage à former et d'autre part un volume de noyau restant destiné à être rebouché après coulée, de sorte que ledit trou calibré de dépoussiérage est obtenu sans perçage et sans utilisation de tiges de liaison.

25 Ainsi, les trous de dépoussiérage peuvent être obtenus directement de la fonderie par injection, fabrication additive ou usinage des noyaux céramique sans perçage ni utilisation de tiges de liaison. Toute source possible de dilatation thermique différentielle est supprimée, la tenue mécanique du noyau est améliorée et corrélativement les propriétés
30 mécaniques de l'aube sont ainsi maintenues. Avec ce noyau, l'opération d'usinage de l'art antérieur devant prendre en compte des incertitudes contraignantes et pouvant impacter de manière néfaste la géométrie des plaques d'un circuit multi-cavités est aussi supprimée.

Selon le mode de réalisation envisagé, ladite partie de noyau
35 peut former une partie d'une colonne latérale destinée à créer une cavité

latérale de ladite aube ou une zone de liaison inter-cavités entre ladite au moins une cavité et ladite baignoire.

De préférence, sur une portion de noyau correspondant à ladite baignoire à créer, il est prévu une zone en retrait pour permettre un centrage dudit orifice traversant dans ladite zone de liaison, de sorte à garantir une meilleure tenue de ladite partie de noyau lors de la coulée.

Avantageusement lorsque le dimensionnement de l'aube l'impose, ledit volume de noyau restant comporte au moins un raidisseur latéral (deux raidisseurs lui donnant une forme quadrilobée) dimensionné de manière à garantir une meilleure tenue de ladite partie de noyau lors de la coulée.

L'invention concerne également le procédé de formation de trous calibrés de dépoussiérage dans une aube de turbine creuse de turbomachine réalisée selon la technique de la fonderie à la cire perdue au moyen d'un noyau céramique comme explicité précédemment et toute turbine de turbomachine munie d'une pluralité d'aubes refroidies fabriquée à partir d'un tel procédé.

Brève description des dessins

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 partielle d'un noyau pour aube de turbine selon l'invention,

- la figure 2 est une vue d'une partie du noyau de la figure 1 au niveau d'une plaque latérale,

- les figures 2A et 2B sont respectivement des vues après coulée et après usinage une fois la partie de noyau de la figure 2 retiré,

- la figure 3 est une vue d'une partie du noyau de la figure 1 au niveau d'une liaison avec la baignoire, et

- les figures 3A et 3B sont respectivement des vues après coulée et après usinage une fois la partie de noyau de la figure 3 retiré.

Description détaillée d'un mode de réalisation

La figure 1 représente, au niveau de son assemblage de tête, un noyau céramique destiné à la réalisation d'une aube de turbine creuse de turbomachine. Le noyau céramique 10, dans l'exemple illustré, comporte sept parties ou colonnes. La première colonne 12, qui est destinée à se retrouver du côté de l'arrivée des gaz de combustion, correspond à une cavité de bord d'attaque qui se créera après fonderie, alors que la deuxième colonne 14 correspond à une cavité centrale qui lui est adjacente. Cette dernière reçoit un flux d'air de refroidissement par une canalisation résultant, après fonderie, de la présence d'un premier pied de colonne du noyau. Trois autres colonnes 16, 18, 20 correspondent à des cavités adjacentes qui reçoivent un second flux d'air de refroidissement amené par une autre canalisation issue de la présence d'un second pied de colonne du noyau. Enfin, le noyau comporte en outre des sixième et septième colonnes latérales 22, 24 correspondant à des cavités latérales créées après fonderie et séparées l'une et l'autre des deuxième et troisième colonnes 14, 16 par un espacement déterminé nécessaire à la création d'une paroi inter-cavités pleine lors de la coulée du métal fondu.

Les première et deuxième colonnes 12 et 14 sont reliées l'une à l'autre par une série de ponts 26, auxquels correspondront, après fonderie, des orifices d'alimentation en air pour le refroidissement de la cavité de bord d'attaque. Concernant la quatrième colonne 18, d'autres ponts 28 inclinés verticalement en formant des régions amincies de noyau permettent de créer des régions rigidifiées d'aube. La taille des différents ponts est déterminée pour éviter leur rupture lors de la manipulation du noyau 10, ce qui le rendrait inutilisable. Les ponts sont, dans l'exemple considérés, répartis en étant espacés sensiblement régulièrement sur la hauteur du noyau en particulier au niveau de la première colonne du noyau.

Conformément à l'invention, les trous de dépoussiérage des aubes de turbines nécessaires à l'évacuation des poussières (en particulier le sable fin) qui peuvent s'accumuler dans les circuits de refroidissement, sont obtenus par un aménagement géométrique d'une partie de noyau, directement brut de fonderie, sans perçage et sans utilisation de tiges de liaison qu'ils s'agissent des trous présents au niveau des cavités latérales du noyau que de ceux assurant la liaison avec la baignoire. Si le noyau ainsi formé se démarque des noyaux existant, le procédé de fabrication à

cire perdue de l'aube une fois ce noyau 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. Des usinages finaux (toutefois simplifiés par rapport à ceux de l'art antérieur) décrits plus avant permettront alors d'obtenir l'aube finie.

10 Selon l'invention et comme l'illustre la figure 2, il est prévu d'aménager localement, au niveau de la partie de noyau 22A, la géométrie des colonnes latérales 22, 24 (parties du noyau en céramique engendrant les cavités latérales) de manière à former d'une part un cylindre de noyau 30 d'un diamètre déterminé (calibré de l'ordre de 0,5mm à 0,8mm) correspondant au trou de dépoussiérage à réaliser, et en outre de hauteur la plus petite possible pour garantir la tenue mécanique de la plaque et d'autre part un volume de noyau 33 correspondant à l'espace restant du noyau et destiné à être rebouché après coulée. Cette géométrie peut être obtenue classiquement en intégrant un perturbateur de type pontet dans le moule de la plaque (au niveau d'un orifice traversant d'axe longitudinal délimitant dans une direction perpendiculaire à cet axe le cylindre 30 et le volume restant 33) pour le cas de l'injection céramique ou sans contrainte supplémentaire pour le cas d'une fabrication additive ou par usinage de noyaux.

25 Lorsque le dimensionnement de l'aube de turbine l'impose et compte tenu de l'aspect fragile de la céramique, il convient de garantir la tenue mécanique du noyau en veillant à ne pas fragiliser mécaniquement les plaques obtenues après coulée, par exemple en les rigidifiant par un ajout d'un ou plusieurs raidisseurs empêchant ainsi la rupture des plaques à ces endroits. Il est à noter que de tels raidisseurs latéraux (illustré par la référence 39 sur la figure 2B) ont un impact très faible sur l'injection (la section globale ne variant pas de manière trop importante, la partie perdue avec le perçage étant compensée avec l'ajout du raidisseur).

30 De même, les noyaux céramiques réalisés par injection devant être démoulés, il faut bien évidemment s'assurer que ces noyaux possèdent des dépouilles suffisantes par rapport à un axe de démoulage

technique. En effet, si cet axe de démoulage n'est pas bien orienté, la plaque peut être fortement fragilisée.

la figure 2A illustre la partie supérieure de l'aube (baignoire) obtenue à l'issue de la coulée (brute de fonderie) avec les deux cavités 32, 34 correspondant aux deux colonnes latérales et la matière excédentaire qui les entourent due à l'assemblage de ces colonnes. Sur la figure 2B, on retrouve la même baignoire après usinage de cette matière excédentaire et l'on constate que, avec l'invention, deux trous 36A, 38A ; 36B, 38B sont formés au niveau de chaque cavité (au lieu d'un seul dans l'art antérieur). L'un d'eux 36A, 36B ayant la dimension du cylindre de noyau 30 assurera la fonction de dépoussiérage, l'autre trou 38A, 38B qui n'a pas de fonction particulière et a la dimension du volume de noyau restant 33, est destiné à être rebouché. Ainsi, avec l'invention, l'opération de rebouchage/perçage du trou de dépoussiérage, la plus délicate et présentant le moins de robustesse dans la réalisation de l'art antérieur, est supprimée. Le problème existant dans l'art antérieur de la profondeur incertaine du rebouchage ne gêne plus la bonne réalisation de la baignoire car celle-ci n'a plus à être percée.

La liaison avec la baignoire est illustrée à la figure 3. Comme pour les plaques latérales, pour obtenir un trou de dépoussiérage, il est prévu un aménagement géométrique local de la liaison, en formant de part et d'autre de l'orifice traversant 41 d'une part un cylindre de noyau 40 d'un diamètre déterminé correspondant au diamètre du trou de dépoussiérage à réaliser et d'autre part le volume restant de noyau 43 destiné à être rebouché après coulée. Le cylindre de noyau présente en outre une hauteur la plus faible possible pour garantir la bonne tenue du noyau et d'éviter la formation de criques. Comme précédemment, l'orifice traversant peut être formé par l'utilisation d'un perturbateur de type pontet intégré dans le moule de fonderie. Toutefois, l'espace disponible entre les cavités et la baignoire étant très restreint et la liaison inter-cavités étant fine (donc avec une faible section), il est prévu aussi d'aménager sur une portion du noyau au niveau de la baignoire à créer une zone en retrait de façon à permettre d'obtenir un espace d plus important. De plus, l'orifice traversant 41 destiné à recevoir le perturbateur se trouvant par ce fait centré sur la liaison inter-cavités, on obtient aussi une meilleure robustesse lors de la coulée.

La figure 3A illustre la partie supérieure de l'aube (baignoire) obtenue à l'issue de la coulée (brute de fonderie) avec la rehausse 42 résultant du retrait du noyau de l'espace d. Sur la figure 3B, on retrouve la même baignoire après usinage de cette rehausse et l'on constate que, avec l'invention, deux trous 44, 46 sont formés au niveau de la baignoire. On notera la présence de deux raidisseurs latéraux 48A, 48B, donnant une forme quadrilobée au second trou (correspondant à une section du volume 43) et dimensionnés de manière à garantir la robustesse du noyau. Dans le cas d'une injection céramique, cela permet également d'augmenter la section et de garantir un meilleur remplissage et dans les cas d'une fabrication additive et d'un usinage de noyaux, les raidisseurs rigidifient la liaison et empêchent la déformation des noyaux.

Bien entendu, comme énoncé précédemment, dans le cas de l'injection céramique, il faut que le noyau reste démoulable et donc la liaison ajoutée doit l'être aussi, ainsi que le trou aménagé dans celle-ci.

Avec l'invention, il est ainsi proposé un moyen de combiner les fonctions de maintien de noyau et d'élaboration de trous de dépoussiérage (fonction habituellement assurée par des tiges) adapté à tout type de procédé de fabrication du noyau et à tout type de géométrie de ce noyau.

REVENDEICATIONS

1. Noyau céramique (10) utilisé pour la fabrication d'une aube de turbine creuse de turbomachine selon la technique de la fonderie à la
5 cire perdue, ladite aube comportant des trous calibrés de dépoussiérage émanant d'un sommet d'au moins une cavité (22) et débouchant dans une baignoire de ladite aube, caractérisé en ce que chacun desdits trous calibrés de dépoussiérage est formé dans une partie de noyau (22A) d'une
10 hauteur déterminée suffisante pour en garantir la tenue mécanique, ladite partie de noyau comportant un orifice traversant (31, 41) d'axe perpendiculaire à un axe longitudinal dudit trou calibré de dépoussiérage et délimitant de part et d'autre dudit orifice traversant d'une part un cylindre de noyau (30, 40) d'un diamètre déterminé correspondant audit
15 trou de dépoussiérage à former et d'autre part un volume de noyau restant (33, 43) destiné à être rebouché après coulée, de sorte que ledit trou calibré de dépoussiérage est obtenu sans perçage et sans utilisation de tiges de liaison.

2. Noyau céramique selon la revendication 1, caractérisé en ce
20 que ladite partie de noyau forme une partie (22A) d'une colonne latérale (22, 24) destinée à créer une cavité latérale de ladite aube.

3. Noyau céramique selon la revendication 1, caractérisé en ce
25 que ladite partie de noyau forme une zone de liaison inter-cavités entre ladite au moins une cavité et ladite baignoire.

4. Noyau céramique selon la revendication 3, caractérisé en ce
qu'il comporte, sur une portion de noyau correspondant à ladite baignoire à créer, une zone en retrait pour permettre un centrage dudit orifice
30 traversant dans ladite zone de liaison, de sorte à garantir une meilleure tenue de ladite partie de noyau lors de la coulée.

5. Noyau céramique selon la revendication 2 ou la revendication 3, caractérisé en ce que ledit volume de noyau restant comporte au moins
35 un raidisseur latéral (39 ; 48A, 48B) dimensionné de manière à garantir une meilleure tenue de ladite partie de noyau lors de la coulée.

6. Noyau céramique selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit volume de noyau restant comporte deux raidisseurs latéraux (48A, 48B) se faisant face lui donnant une forme quadrilobée.

5

7. Utilisation d'un noyau céramique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 pour la fabrication d'une aube de turbine creuse de turbomachine selon la technique de la fonderie à la cire perdue.

10

8. Turbomachine comportant une aube de turbine creuse fabriquée selon la technique de la fonderie à la cire perdue à partir d'un noyau céramique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

9. Procédé de formation de trous calibrés de dépoussiérage dans une aube de turbine creuse de turbomachine réalisée selon la technique de la fonderie à la cire perdue au moyen d'un noyau céramique dont la surface extérieure est destinée à former la surface interne de l'aube finie, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de formation dans une partie de noyau (22A) d'une hauteur déterminée suffisante pour en garantir la tenue mécanique et dans laquelle sont formés chacun desdits trous calibrés de dépoussiérage, d'un orifice traversant (31, 41) d'axe perpendiculaire à un axe longitudinal dudit trou calibré de dépoussiérage et délimitant de part et d'autre dudit orifice traversant d'une part un cylindre de noyau (30, 40) d'un diamètre déterminé correspondant audit trou de dépoussiérage à former et d'autre part un volume de noyau restant (33, 43) destiné à être rebouché après coulée, de sorte que ledit trou calibré de dépoussiérage est obtenu sans perçage et sans utilisation de tiges de liaison.

30

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que ledit orifice traversant est formé par l'utilisation d'un perturbateur de type pontet.

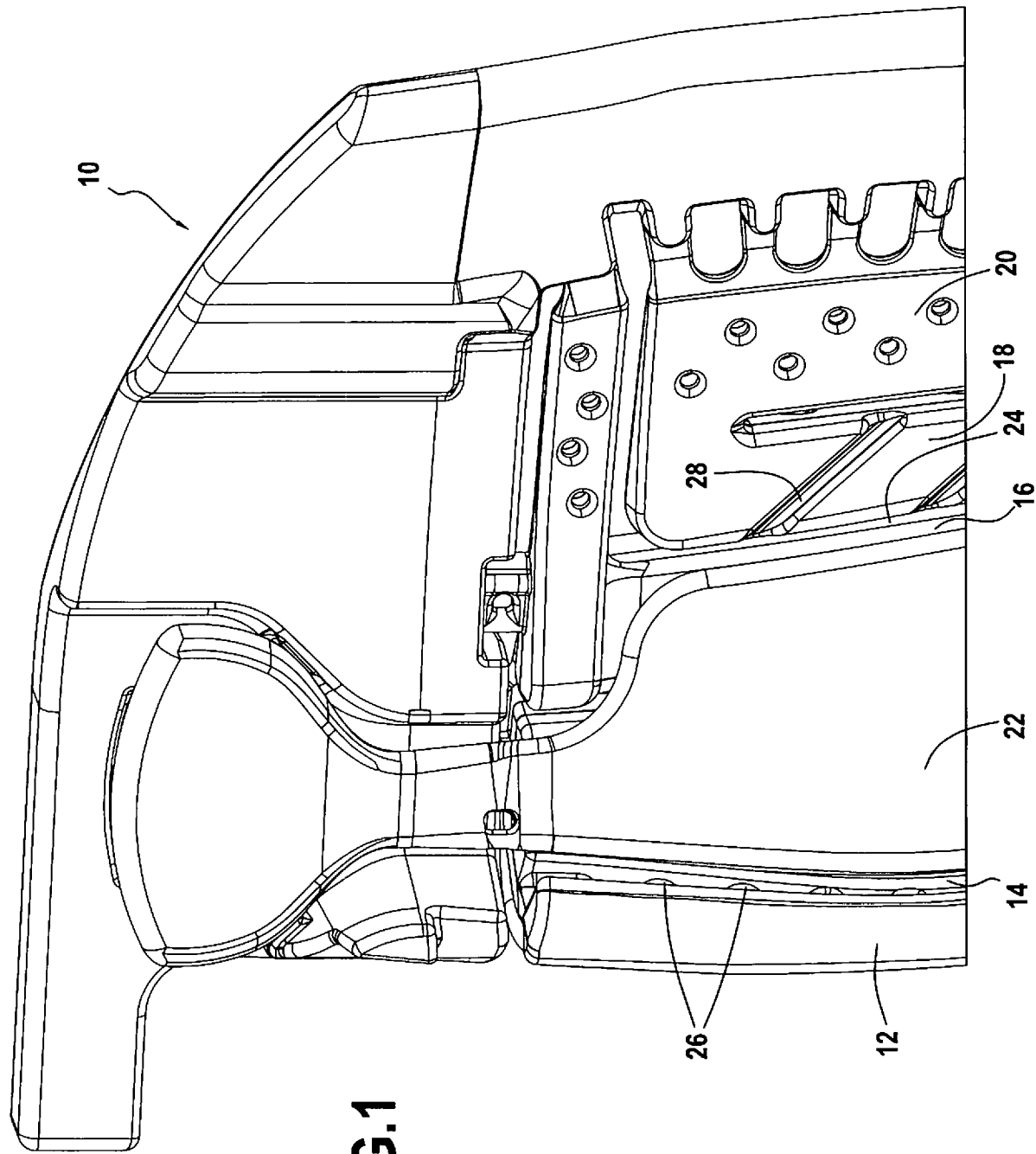
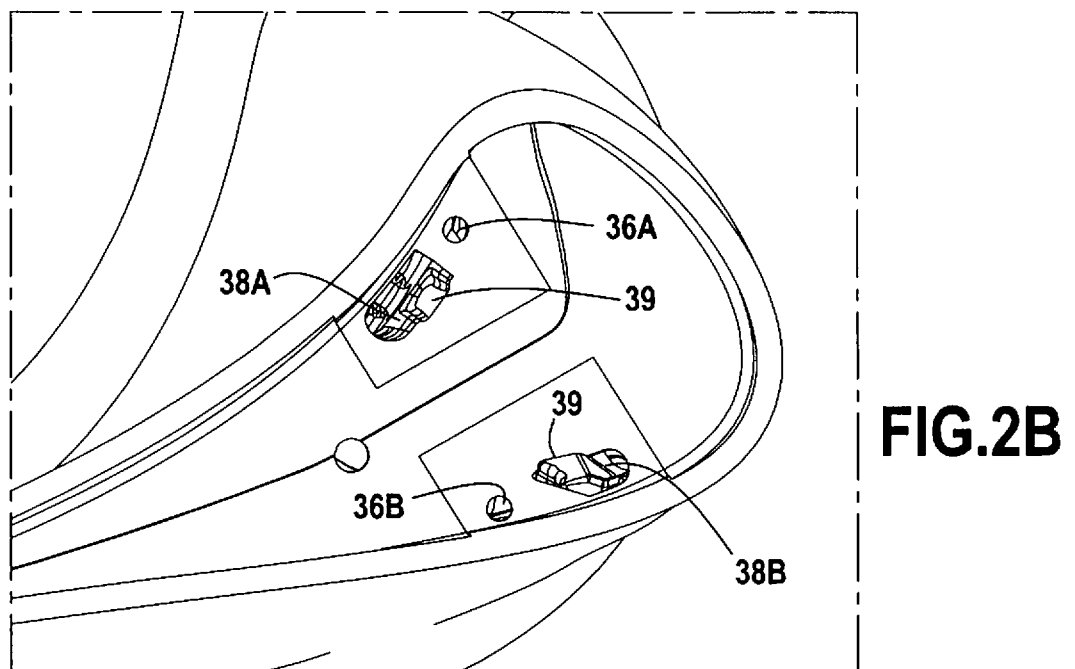
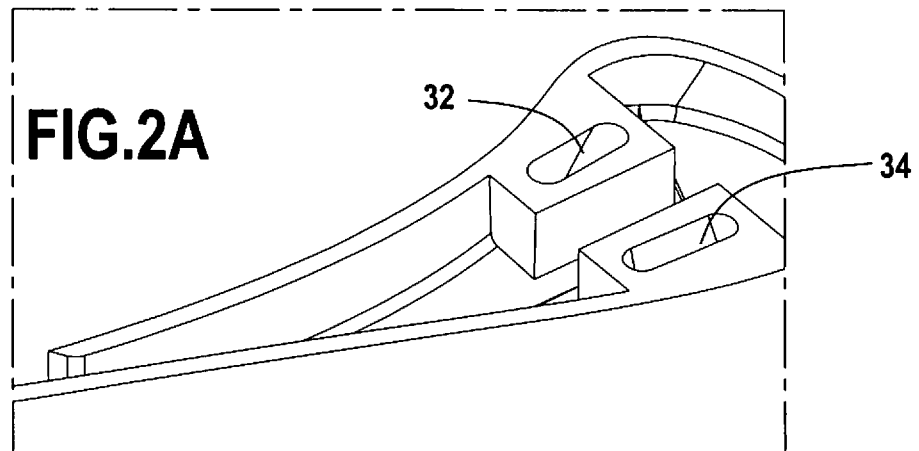
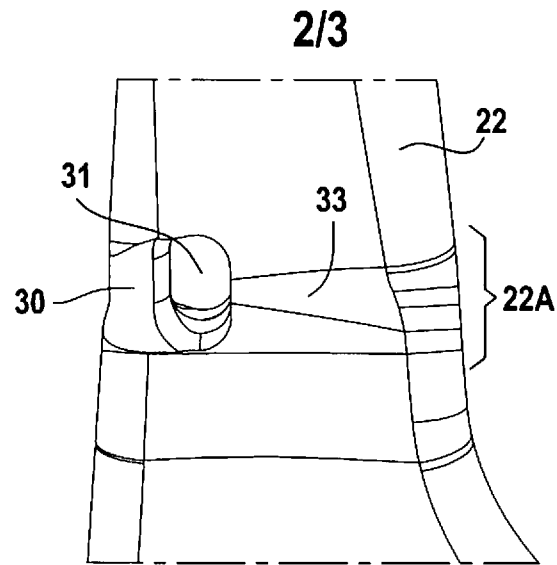


FIG.1



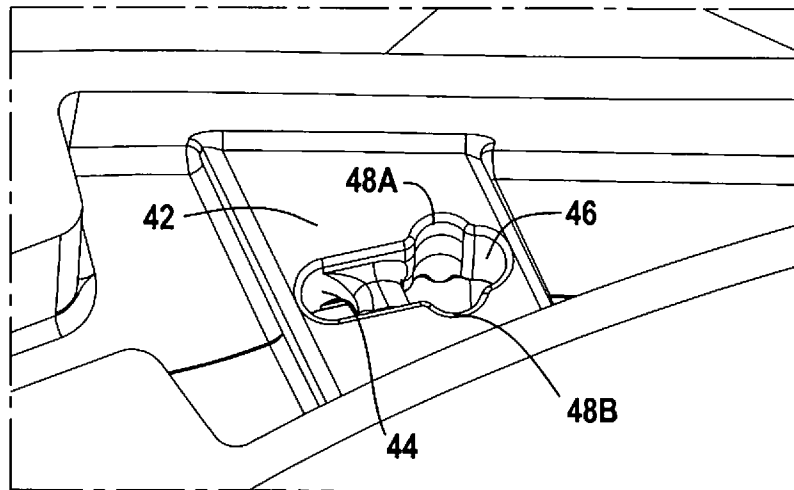
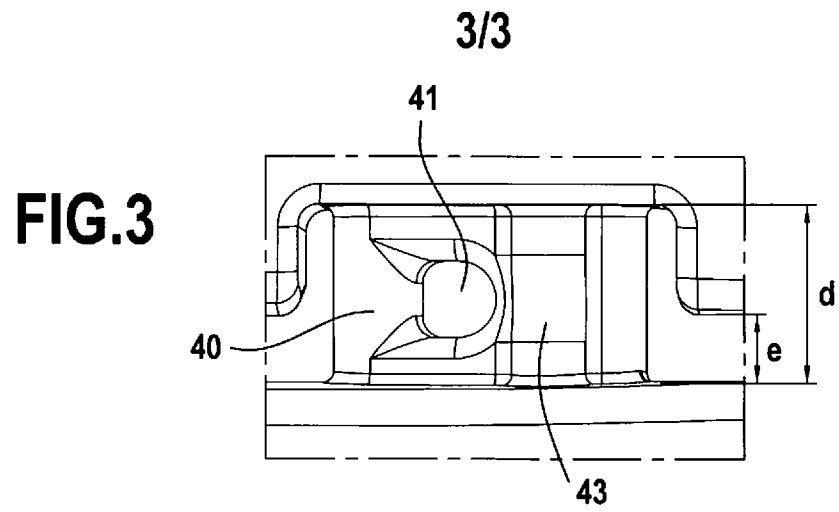


FIG.3A

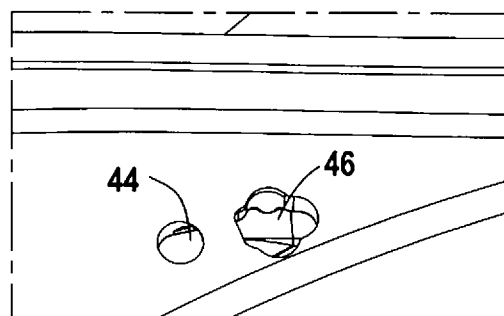


FIG.3B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/050310

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B22C9/10 F01D5/18
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B22C F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/195110 A1 (SIEMENS ENERGY INC [US]) 23 December 2015 (2015-12-23) the whole document	1-10
A	FR 2 986 982 A1 (SNECMA [FR]) 23 August 2013 (2013-08-23) the whole document	1-10
A	FR 2 961 552 A1 (SNECMA [FR]) 23 December 2011 (2011-12-23) cited in the application the whole document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 June 2017

Date of mailing of the international search report

27/06/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Scheid, Michael

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/050310

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2015195110 A1	23-12-2015	CN 106457363 A EP 3157694 A1 US 2017087630 A1 WO 2015195110 A1	22-02-2017 26-04-2017 30-03-2017 23-12-2015
FR 2986982 A1	23-08-2013	CA 2864576 A1 CN 104144757 A EP 2817114 A1 FR 2986982 A1 JP 2015508025 A RU 2014138091 A US 2015132139 A1 WO 2013124189 A1	29-08-2013 12-11-2014 31-12-2014 23-08-2013 16-03-2015 10-04-2016 14-05-2015 29-08-2013
FR 2961552 A1	23-12-2011	FR 2961552 A1 WO 2011161357 A1	23-12-2011 29-12-2011

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/050310

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B22C9/10 F01D5/18
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
B22C F01D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2015/195110 A1 (SIEMENS ENERGY INC [US]) 23 décembre 2015 (2015-12-23) le document en entier -----	1-10
A	FR 2 986 982 A1 (SNECMA [FR]) 23 août 2013 (2013-08-23) le document en entier -----	1-10
A	FR 2 961 552 A1 (SNECMA [FR]) 23 décembre 2011 (2011-12-23) cité dans la demande le document en entier -----	1-10



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

6 juin 2017

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

27/06/2017

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Scheid, Michael

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/050310

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2015195110	A1	23-12-2015	CN 106457363 A	22-02-2017
			EP 3157694 A1	26-04-2017
			US 2017087630 A1	30-03-2017
			WO 2015195110 A1	23-12-2015

FR 2986982	A1	23-08-2013	CA 2864576 A1	29-08-2013
			CN 104144757 A	12-11-2014
			EP 2817114 A1	31-12-2014
			FR 2986982 A1	23-08-2013
			JP 2015508025 A	16-03-2015
			RU 2014138091 A	10-04-2016
			US 2015132139 A1	14-05-2015
			WO 2013124189 A1	29-08-2013

FR 2961552	A1	23-12-2011	FR 2961552 A1	23-12-2011
			WO 2011161357 A1	29-12-2011
