



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**15.10.2008 Bulletin 2008/42**

(51) Int Cl.:  
**B22C 9/10 (2006.01) B22C 13/16 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **08103504.0**

(22) Date de dépôt: **11.04.2008**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL BA MK RS**

(72) Inventeurs:  
• **Louesdon, Yvon**  
**95150 Taverny (FR)**  
• **Prigent, Serge**  
**92600 Asnières sur Seine (FR)**  
• **Verger, Jean-Louis**  
**93140 Bondy (FR)**

(30) Priorité: **11.04.2007 FR 0702640**

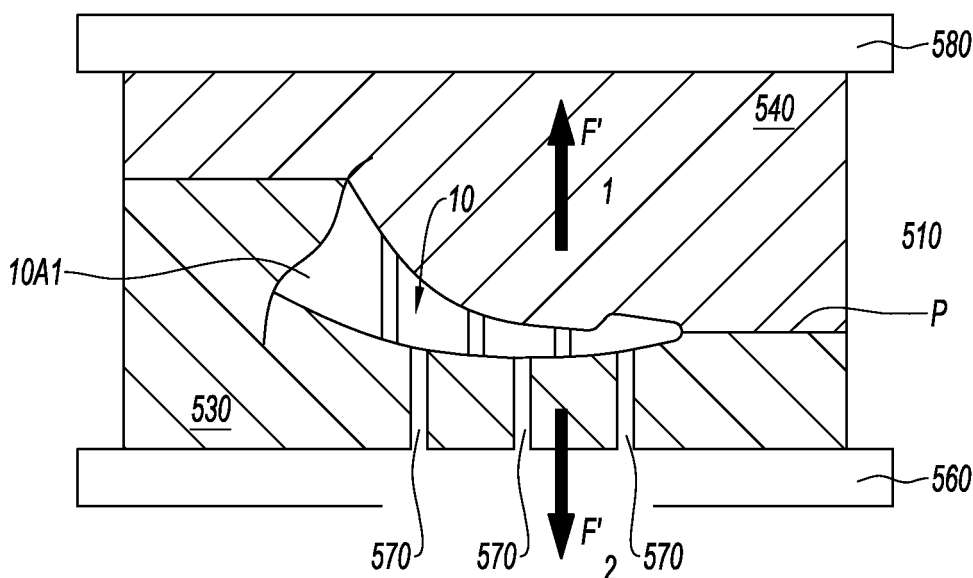
(71) Demandeur: **SNECMA**  
**75015 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **David, Daniel et al**  
**Cabinet Bloch & Associés**  
**23bis, rue de Turin**  
**75008 Paris (FR)**

(54) **Outillage pour la fabrication de noyaux céramiques de fonderie pour aubes de turbomachines**

(57) La présente invention porte sur un outillage de fabrication d'un noyau de fonderie, pour aube de turbomachine avec un bord d'attaque et un bord de fuite, le noyau (10) comprenant une partie épaisse du côté du bord d'attaque et une partie (10A1) de faible épaisseur du côté du bord de fuite, comprenant une première et une seconde empreintes (530, 540) du noyau mobiles dans une direction (F'1 respectivement F'2) l'une par rapport à l'autre entre une position de moulage et une posi-

tion de démoulage, avec le cas échéant des sous pièces mobiles par rapport aux empreintes, caractérisé par le fait que les parties d'empreintes correspondant à ladite partie de faible épaisseur du noyau ne comprennent pas de sous pièce mobile, des éjecteurs mécaniques (570) étant ménagés sur l'une ou l'autre des empreintes, de telle façon que la partie de faible épaisseur (10A1) du noyau se démoule suivant la direction principale d'ouverture.



**Fig. 5**

## Description

**[0001]** La présente invention porte sur la fabrication de pièces telles que des aubages métalliques de turbomachines, présentant des cavités internes à géométrie complexe formant notamment des circuits de refroidissement, selon la technique de fonderie à cire perdue. Elle concerne l'outillage de moulage du noyau de fonderie pour ces pièces.

**[0002]** La fabrication des aubages selon cette technique passe par la réalisation d'un modèle, en cire ou autre matériau temporaire équivalent, qui comprend une pièce interne formant un noyau de fonderie et figurant les cavités de l'aubage. On utilise pour former le modèle un moule d'injection pour cire dans lequel on place le noyau et on y injecte la cire. Le modèle en cire obtenu est ensuite trempé plusieurs fois dans des barbotines constituées d'une suspension de particules céramiques pour confectionner un moule carapace. On élimine la cire et on cuit le moule carapace. On obtient l'aubage en coulant un métal en fusion dans le moule carapace qui vient occuper les vides entre la paroi intérieure du moule carapace et le noyau. Grâce à un germe ou un sélecteur approprié et un refroidissement contrôlé, le métal se solidifie selon une structure voulue. Selon la nature de l'alliage et les propriétés attendues de la pièce résultant de la coulée, il peut s'agir de solidification dirigée à structure colonnaire (DS), de solidification dirigée à structure monocristalline (SX) ou de solidification équiaxe (EX) respectivement. Les deux premières familles de pièces concernent des superalliages pour pièces soumises à de fortes contraintes tant thermiques que mécaniques dans le turbo-réacteur, comme les aubes de turbines HP.

**[0003]** Après solidification de l'alliage, la carapace et le noyau sont décochés. Il en ressort l'aubage désiré.

**[0004]** Les noyaux de fonderie utilisés sont composés d'une matière céramique à structure généralement poreuse. Ils sont réalisés à partir d'un mélange constitué d'une charge réfractaire sous forme de particules et d'une fraction organique plus ou moins complexe formant un liant. Des exemples de compositions sont donnés dans les brevets EP 328452, FR 2371257 ou FR1785836. Comme cela est connu, on met en forme les noyaux de fonderie par moulage dans une boîte à noyau en utilisant par exemple une injection à la presse. Cette mise en forme est suivie d'une opération de déliantage au cours de laquelle la fraction organique du noyau est éliminée par un moyen tel que la sublimation ou la dégradation thermique, suivant les matériaux utilisés. Une structure poreuse en résulte. Le noyau est ensuite consolidé par un traitement thermique dans un four. Une étape de finition est éventuellement nécessaire pour éliminer et ébavurer les traces de plans de joint et obtenir la géométrie du noyau. On utilise dans ce but des outils abrasifs. Il peut être encore nécessaire de renforcer le noyau, afin qu'il ne soit pas endommagé dans les cycles ultérieurs d'utilisation. On imprègne dans ce cas le noyau avec une résine organique.

**[0005]** Les noyaux d'aubes de turbine haute pression de moteur à turbine à gaz ont une zone de bord de fuite fine. On constate par ailleurs une demande de pièces présentant des portions de parois ou des zones toujours plus fines. Il s'ensuit que les limites de remplissage du moule sont souvent atteintes et conduisent au développement de pâtes céramiques plus fluides ou la modification des paramètres d'injection. En particulier on met en oeuvre des débits d'injection ou des pressions supérieures aux conditions d'emploi traditionnelles pour le remplissage des empreintes du moule.

**[0006]** Cependant ces techniques présentent certaines limites. Le matériau céramique possède des propriétés abrasives et les contraintes de cisaillement générées par les nouvelles conditions de remplissage plus sévères sont la cause d'une usure prématurée des zones fines des outillages entraînant une augmentation du nombre d'arrêts de production et des coûts de maintien des outillages. En outre l'opération de démoulage peut entraîner la déformation du noyau lorsque la pâte s'est infiltrée dans les mécanismes de la boîte à noyau. Ainsi ces conditions de remplissage et de démoulage du noyau dans la boîte à noyau sont à l'origine d'indications de type criques et bavures qui provoquent la mise au rebut de quantités importantes de noyaux après leur éjection et leur contrôle. Les défauts peuvent aussi être dévoilés seulement après le traitement thermique de déliantage et de cuisson.

**[0007]** Afin d'améliorer la qualité du remplissage dans l'empreinte, le présent déposant a proposé dans la demande de brevet FR 0651682 d'épaissir les dents du noyau dans la zone du bord de fuite puis d'usiner les dents épaissies pour revenir à l'épaisseur requise. Les dents désignent la partie du noyau à proximité du bord de fuite et qui forment après coulée du métal les canaux d'évacuation de l'air de refroidissement.

**[0008]** On propose maintenant un autre moyen de remédier à ces problèmes de fabrication conformément à l'invention avec un outillage de fabrication d'un noyau de fonderie, pour aube de turbomachine avec un bord d'attaque et un bord de fuite, le noyau comprenant une partie épaisse du côté du bord d'attaque et une partie de faible épaisseur du côté du bord de fuite, le moule comprenant une première et une seconde empreintes mobiles dans une direction l'une par rapport à l'autre entre une position de moulage et une position de démoulage, avec des sous pièces mobiles par rapport aux empreintes. Cet outillage est caractérisé par le fait que les parties des empreintes correspondant à ladite partie de faible épaisseur du noyau ne comprennent pas de sous-pièce mobile, des éjecteurs mécaniques étant ménagés sur l'une ou l'autre des empreintes, de telle façon qu'après injection du noyau la partie de faible épaisseur se démoule suivant la direction principale d'ouverture et par le fait qu'au moins l'une des deux empreintes, dans sa partie correspondant à la zone de faible épaisseur, est conformée de manière à obtenir des parties en surépaisseur facilitant localement le remplissage du moule à l'injection, ces par-

ties étant destinées à être usinées pour réduire leur épaisseur.

**[0009]** Par zone de faible épaisseur on entend une épaisseur  $e$  inférieure à 0,5 mm. On vise des épaisseurs aussi faibles que 0,1 mm.

**[0010]** Les deux empreintes sont de préférence mobiles en translation entre les positions ouverte et fermée. Plus particulièrement les empreintes comportent des décors en surface et faisant saillie pour la formation de cavités dans le noyau.

**[0011]** L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un noyau de fonderie, comportant au moins une zone fine en particulier un bord de fuite fin, pour aube de turbomachine notamment, comprenant la mise en forme dans un outillage approprié d'un mélange comprenant une charge de particules céramiques et un liant organique, l'extraction hors du moule, le déliantage et un traitement thermique de consolidation du noyau, caractérisé par le fait que l'on forme dans ledit outillage une ébauche de noyau avec ladite partie en surépaisseur et que l'on usine ladite partie en surépaisseur après avoir extrait l'ébauche du moule et ce avant ou après l'opération de traitement thermique.

**[0012]** Alors que l'homme du métier cherche à développer des matériaux à plus faible viscosité ou à modifier les paramètres d'injection en particulier le débit sans oublier la pression, il est apparu que la diminution des jeux et des déformations mécaniques du moule et du noyau dans les zones fines permettait une amélioration sensible de la qualité de celui-ci. On s'affranchit grâce à l'invention de toute mise au point, initiale et après chaque entretien, longue et fastidieuse de réglage de sous pièces mobiles et de développement particulier sur l'usure des moules, même avec une diminution des épaisseurs de paroi jusqu'à 0,1 mm sur le noyau livré.

**[0013]** Grâce à l'invention, on réduit aussi les coûts d'obtention et d'exploitation des boîtes à noyau ou moule et par conséquent des noyaux de fonderie. Alors que la quantité de noyaux présentant des indications de type crique d'injection de démoulage, crique de cuisson et bavure d'injection, obtenus par injection dans un moule avec un bord de fuite fins atteint plusieurs dizaines de %, la solution permet l'obtention rapide du meilleur niveau de qualité des noyaux, la suppression des bavures liées au jeu des sous pièces de la boîte à noyau et la réduction des aléas de fabrication des noyaux présentant des bords de fuite fins. La limite visée descend jusqu'à des épaisseurs de 0,1 mm.

**[0014]** La matière constituant le noyau comprend de préférence de 80 à 85 % de charge minérale et de 15 à 20 % de liant organique. La composition correspond avantageusement à l'une de celles décrites dans le brevet EP 328452 de la demanderesse, en particulier à la composition la moins fluide, mais aussi celle qui présente la plus faible variation de retrait en production série de noyaux.

**[0015]** D'autres caractéristiques et avantages ressortiront à la lecture de la description qui suit d'un mode de

réalisation du procédé de l'invention en référence aux dessins en annexe sur lesquels :

La figure 1 est une vue en coupe d'une aube de turbine refroidie avec sa zone de bord de fuite étroite, La figure 2 est une vue en perspective du noyau de l'aube de la figure 1,

La figure 3 est une vue d'une boîte à noyau ouverte, La figure 4 est une coupe de principe d'une boîte à noyau selon l'art antérieur, c'est à dire présentant des sous pièces mobiles obliques au niveau du bord de fuite,

La figure 5 est une coupe de principe d'une boîte à noyau dans les zones fines conformément à l'invention,

La figure 6 est une illustration du principe de l'action des éjecteurs sur le noyau céramique.

**[0016]** La description qui suit correspond à l'application de l'invention à la formation d'un noyau de fonderie pour une aube de turbine haute pression dans un moteur à turbine à gaz pour une utilisation aéronautique ou terrestre. Cet exemple n'est pas limitatif.

**[0017]** Comme on le voit sur la figure 1, une telle aube 1 de turbine comprend une face intrados IN une face extrados EX, un bord d'attaque BA et un bord de fuite BF. L'aube comprend plusieurs cavités internes, ici 7 : 1A à 1G. Les cavités sont séparées les unes des autres par des cloisons: 1AB, 1BC, etc. Le bord de fuite comprend une ouverture 1 H ou une pluralité d'ouvertures sur son long alimentées depuis la dernière cavité 1 G par des canaux 1 GH' parallèles entre eux pour l'échappement du fluide de refroidissement dans la veine de gaz. Le fluide de refroidissement est constitué d'air prélevé au compresseur.

**[0018]** Lorsqu'on fabrique ce type d'aube par coulée d'un métal en fusion dans un moule carapace, on doit incorporer à celui-ci un noyau qui occupe les vides des cavités à former dans l'aube. Ce noyau 10, représenté schématiquement sur la figure 2 est de géométrie complexe. Il comprend une partie correspondant aux cavités de la pale 10A, une partie 10B correspondant aux cavités du pied de l'aube et une partie 10C formant poignée de préhension pendant la fabrication. En tête de la pale on voit aussi une partie 10D correspondant à ce qui est désigné par baignoire dans le jargon du domaine. Cette partie est ici séparée de la partie 10A par un évidement transversal. Cet évidement forme la paroi de fond de baignoire après coulée.

**[0019]** Il comprend notamment une zone de faible épaisseur 10A1 correspondant au bord de fuite. Cette partie dans l'exemple de la figure 1 englobe les portions 10G en partie, 10GH et 10H. 10G est la partie du noyau formant la cavité 1 G de l'aube. 10GH est la partie du noyau correspondant aux canaux 1GH, et 10H correspondant aux cavités 1 H. La zone de faible épaisseur s'étend généralement sur quelques millimètres depuis le bord du noyau correspondant au bord de fuite.

**[0020]** On rappelle que les moules, sont constitués le plus souvent de deux empreintes, l'une inférieure l'autre supérieure, qui sont fortement pressées l'une contre l'autre au moment du moulage puis écartées pour permettre l'extraction de la pièce moulée. Contrairement à d'autres procédés où le moule est perdu (moulage en sable, à la cire perdue, etc.), il faut impérativement veiller à ce que les pièces injectées ne restent pas coincées dans les empreintes et qu'elles puissent au contraire en sortir sans aucune détérioration. On évite les surfaces parallèles à la direction d'extraction ; elles en diffèrent d'un angle appelé « dépouille » pouvant varier de 3 à 5 degrés. Certaines parties difficiles d'extraction nécessitent un système de tiges coulissantes appelées éjecteurs. Par ailleurs la géométrie de la pièce à mouler peut comprendre des contre dépouilles et ne pas permettre un démoulage par simple écartement des empreintes inférieure et supérieure dans la direction de démoulage. Celles-ci comportent alors pour ces parties en contre dépouilles des sous pièces mobiles agencées de manière à assurer le démoulage.

**[0021]** La figure 3 représente une boîte d'injection 300, formant moule à noyau, en position ouverte. Elle comprend un plateau inférieur 310 et un plateau supérieur 320 fixés respectivement aux matrices inférieure et supérieure de la presse à injecter non représentée. Ce type de boîte comprend deux empreintes l'une dite inférieure 330 l'autre supérieure 340. Lorsque la boîte est en position fermée, on injecte via un canal d'injection 350 la pâte (mélange de polymère et de céramique) qui remplit l'espace 360 pour le noyau. Chaque empreinte comprend sur sa paroi intérieure des éléments en relief formant les décors permettant de réserver les parties en creux du noyau.

**[0022]** Sur la figure 4 on a représenté en coupe la partie d'un moule conventionnel pour noyau 10 d'aube de turbine. Il comprend des empreintes 330 et 340 avec des décors 370 pour les cavités destinées à ménager les cloisons de l'aube finie. La courbure du noyau le long de sa corde est importante. La direction de la partie du noyau située au bord de fuite forme un angle de l'ordre de 45 à 60 degrés avec la direction de la partie plus épaisse située du côté du bord d'attaque. Cette courbure ne permet pas de réaliser des empreintes sans sous pièce mobile car on ne peut éviter les parties en contre dépouilles.

**[0023]** La technique habituelle consiste à concevoir les empreintes du moule avec des sous pièces 330a et 340a au niveau du bord de fuite 10A1 du noyau 10 qui présentent une certaine mobilité indiquée par les flèches F1 et F2. De manière habituelle, le nombre de cloisons ayant la même orientation dans la partie massive du noyau est plus importante que dans la direction des décors au bord de fuite. Dans l'art antérieur on réserve donc la sous pièce mobile pour les sorties bord de fuite et le démoulage direct des empreintes inférieure et supérieure à la partie massive du noyau. Par l'invention on simplifie l'outillage dans sa partie critique au bord de fuite et on garde les sous pièces mobiles dans les zones plus épaisses et

plus simples d'obtention. Les décors 370a au niveau des sous pièces sont orientés en dépouilles dans le sens des flèches. Elles permettent d'extraire le noyau après injection de la matière dans le moule.

**[0024]** Comme on l'a expliqué plus haut, l'injection de matière dans cette zone 10A1 est d'autant plus délicate qu'elle est fine. Il faut augmenter la pression, mais la pâte s'introduit alors plus facilement dans les jeux entre les pièces mobiles. Par ailleurs la mobilité conduit aussi à des déformations sur cette partie du noyau.

**[0025]** L'objet de l'invention est la réalisation d'un noyau comprenant des zones fines ayant une telle structure complexe sans avoir notamment de déformation de ces zones lors des opérations d'injection et de démoulage.

**[0026]** Des déformations conduisent à l'apparition de criques dans les zones fines ou de bavures dans les mécanismes de la boîte à noyau. Les criques conduisent au rebut du noyau. Les bavures accélèrent l'usure de la boîte à noyau et augmentent le nombre d'arrêts de production. L'usure de la boîte à noyau réduit sa durée de vie.

**[0027]** Conformément à l'invention, on confectionne un moule modifié, c'est-à-dire un moule ou certaines zones qui étaient mobiles dans la matrice deviennent fixes.

**[0028]** Un tel moule comprend, figure 5, une empreinte inférieure 530 et une empreinte supérieure 540 entre les deux plaques 560 et 580 de la presse à injection. Le noyau 10 est injecté dans l'espace ménagé entre les deux empreintes. Des décors 510 pénètrent dans le noyau pour en réserver les cavités à cloisons. Sur cette figure, On ne voit du noyau 10 que le bord de fuite 10A1. Des éjecteurs 570 sont ménagés dans l'empreinte inférieure 530 sous la partie du bord de fuite 10A1.

**[0029]** On n'a pas représenté l'autre partie du noyau. Elle est plus épaisse et les empreintes en cette partie sont susceptibles de comporter des sous pièces mobiles.

**[0030]** L'axe des décors 510 est orienté suivant la direction d'ouverture principale de l'outillage indiquée par les flèches F'1 et F'2. Les décors 510 du bord de fuite sont démoulés grâce à des éjecteurs mécaniques 570 coulissant selon l'axe des flèches, ici vertical. Il s'agit de tiges métalliques que l'on actionne de l'extérieur du moule. Ils sont situés dans la partie inférieure 530 du moule.

**[0031]** Le moule ne présente de préférence plus de charnière contrairement à l'art antérieur (voir référence 160 sur la figure 4) mais peut être fixé aux plateaux supérieur 580 et inférieur 560 de la presse d'injection comme illustré sur la figure 5.

**[0032]** Pour la fabrication du noyau avec cet outillage, les étapes sont les suivantes,

**[0033]** On place les deux empreintes 530 et 540 dans la presse le long de leur plan de joint P ;

**[0034]** On injecte la pâte dans l'espace laissé libre par les empreintes ;

**[0035]** Après injection de la pâte et formation du noyau 10, on écarte l'empreinte supérieure de l'empreinte inférieure selon les directions F'1 et F'2 ; le noyau 10 reste

collé à l'empreinte inférieure ;

**[0036]** On extrait le noyau en s'aidant des éjecteurs 570 qui impriment une pression vers le haut sur la partie 10A1 du noyau.

**[0037]** On détermine un nombre d'éjecteurs suffisant et on les répartit de manière à assurer une pression faible au niveau de leur point de contact avec le noyau. Cette répartition de la pression totale en plusieurs pressions faibles permet d'éviter tout flambage du noyau lors de son éjection. De plus les éjecteurs maintiennent une direction aussi parallèle que possible à l'axe de démoulage.

**[0038]** Un exemple de la répartition des éjecteurs et leurs points de contact avec le noyau est représenté à la figure 6. Le socle 61 du moule d'injection est représenté en partie inférieure de la figure - la demi partie basse du moule n'est pas représentée pour laisser apparaître les éjecteurs sur toute leur longueur. Le noyau 62 comprend le corps de noyau 62a, la baignoire 62b, le pied du noyau 62c et la carotte d'alimentation 62d. On voit que les éjecteurs sont répartis sur l'ensemble du noyau 62 et que dans la figure ils sont au nombre de sept : deux éjecteurs 63 de baignoire 62b, un éjecteur 64 du corps du noyau 62a, un éjecteur 65 de la zone de raccordement pied / corps de noyau, deux éjecteurs 66 de pied de noyau 62c, et un éjecteur 67 de la carotte d'injection 62d. Les éjecteurs 63 à 67 impriment un mouvement de bas en haut au noyau céramique 62 et le soulèvent de l'empreinte.

**[0039]** Pour la fabrication du noyau, on a réalisé un mélange approprié. Il s'agit notamment d'un liant organique associé à une charge minérale. Par exemple le mélange est fait selon l'enseignement de la demande de brevet EP 328452. Le noyau présente une bonne tenue en main et sa constitution en permet le travail au moyen d'un outil de fraisage par enlèvement de copeaux ou par abrasion.

**[0040]** Dans le cas où l'on injecte le bord de fuite avec des dents épaissies comme cela est rapporté dans la demande de brevet FR 0651682 du présent déposant, l'étape suivante consiste à usiner, dans cette ébauche 10, les zones épaissies qui sont ajoutées dans le moule.

**[0041]** Une fois les contours du noyau achevés par usinage le cas échéant, avant cuisson, on passe aux traitements suivants, connus en soi, dans le processus de fabrication des noyaux de fonderie. Pour le déliantage, c'est-à-dire l'élimination du liant organique, on chauffe le noyau à une température suffisante pour dégrader les composants organiques qu'il contient. Les autres étapes consistent à chauffer ensuite le noyau à la température de frittage des particules céramiques qui le composent. Si une consolidation supplémentaire est nécessaire, on procède à une imprégnation avec une résine organique

**[0042]** Pour les noyaux usinés après cuisson on passe directement la finition et au contrôle.

## Revendications

1. Outillage de fabrication d'un noyau de fonderie, pour aube de turbomachine avec un bord d'attaque et un bord de fuite, le noyau (10) comprenant une partie épaisse du côté du bord d'attaque et une partie (10A1) de faible épaisseur du côté du bord de fuite, comprenant une première et une seconde empreintes (530, 540) du noyau mobiles dans une direction (F'1 respectivement F'2) l'une par rapport à l'autre entre une position de moulage et une position de démoulage, avec le cas échéant des sous pièces mobiles par rapport aux empreintes, **caractérisé par le fait que** les empreintes sur ladite partie de faible épaisseur ne comprennent pas de sous pièce mobile, des éjecteurs mécaniques (570) étant ménagés sur l'une ou l'autre des empreintes, de telle façon que la partie de faible épaisseur (10A1) se démoule suivant la direction principale d'ouverture et **par le fait qu'**au moins l'une des deux empreintes, dans sa partie correspondant à la zone de faible épaisseur, est conformée de manière à obtenir des parties en surépaisseur facilitant localement le remplissage du moule à l'injection, ces parties étant destinées à être usinées pour réduire leur épaisseur.
2. Outillage selon la revendication 1 dont les deux matrices sont mobiles en translation entre les positions ouverte et fermée.
3. Outillage selon la revendication 1 ou 2 dont les empreintes comportent des décors (510) pour la formation de cavités dans le noyau (10).
4. Procédé de fabrication d'un noyau de fonderie, comportant au moins un zone fine en particulier un bord de fuite fin, pour aube de turbomachine notamment, comprenant la mise en forme dans un outillage selon la revendication 1 d'un mélange comprenant une charge de particules céramiques et un liant organique, l'extraction hors du moule, le déliantage et un traitement thermique de consolidation du noyau, **caractérisé par le fait que** l'on forme dans ledit moule une ébauche de noyau avec ladite partie en surépaisseur et que l'on usine ladite partie en surépaisseur après avoir extrait l'ébauche du moule et ce avant ou après l'opération de traitement thermique.
5. Procédé selon la revendication 4 dont ladite partie en surépaisseur correspond à au moins un canal d'évacuation de l'air de refroidissement de l'aube fine.

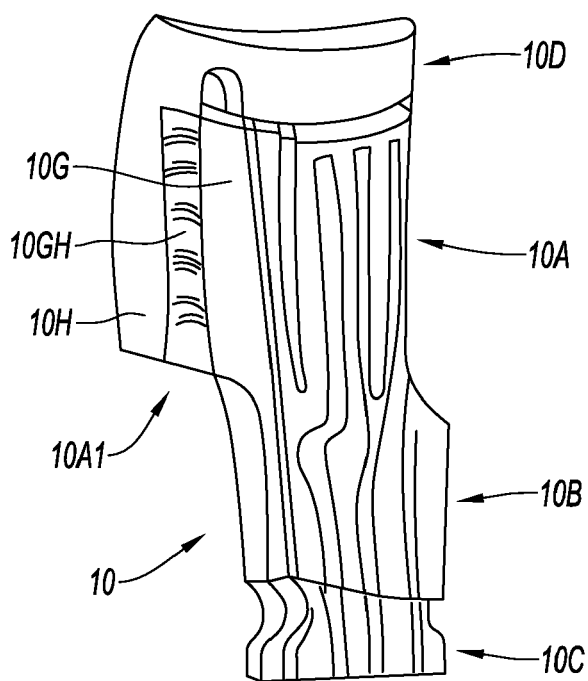
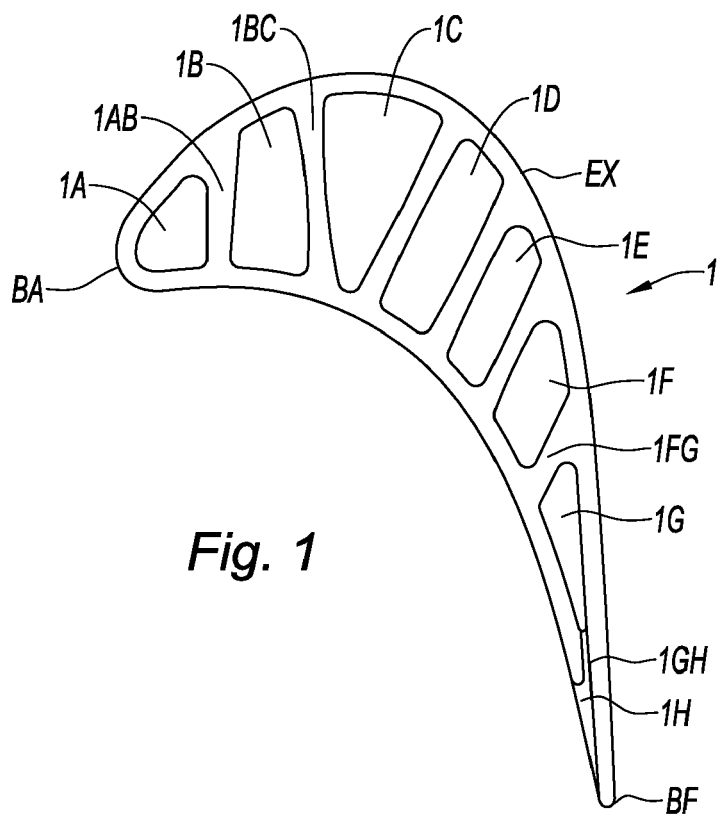
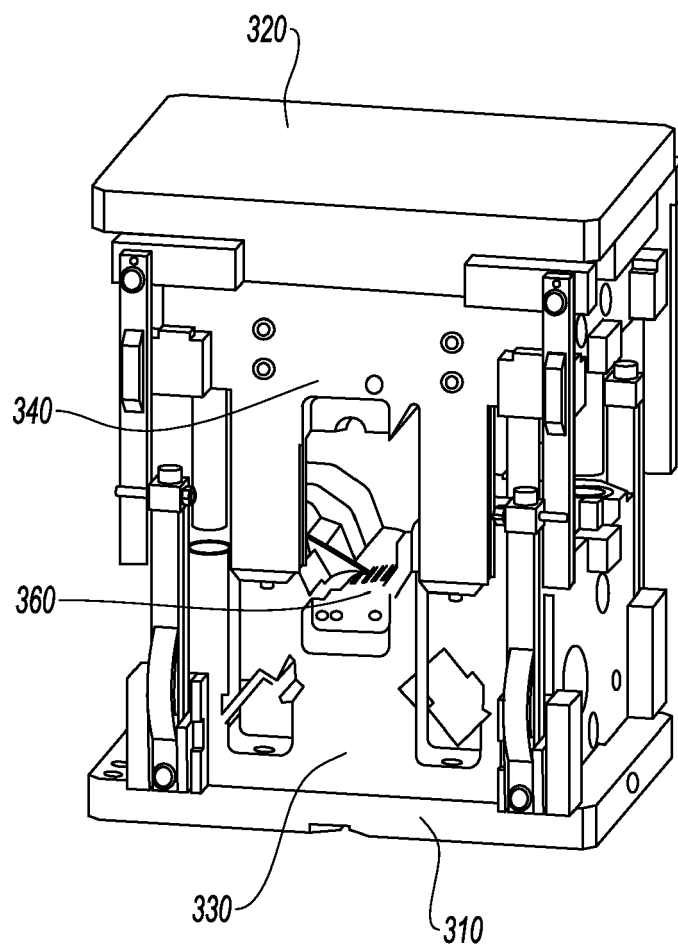
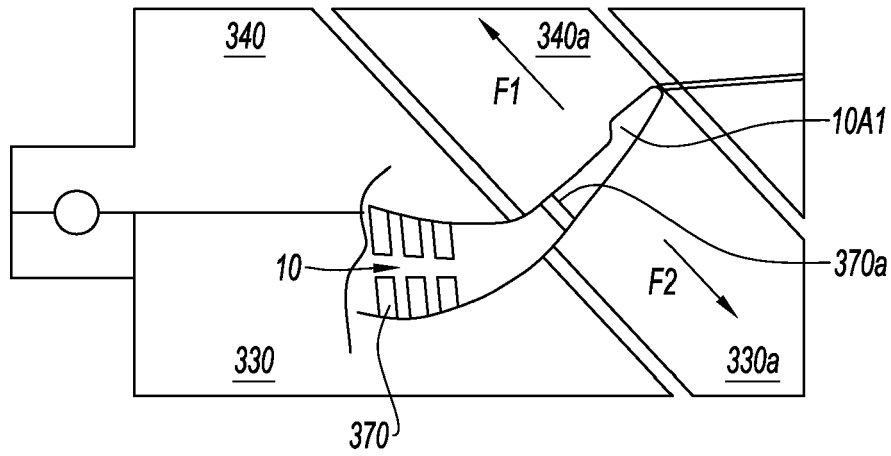


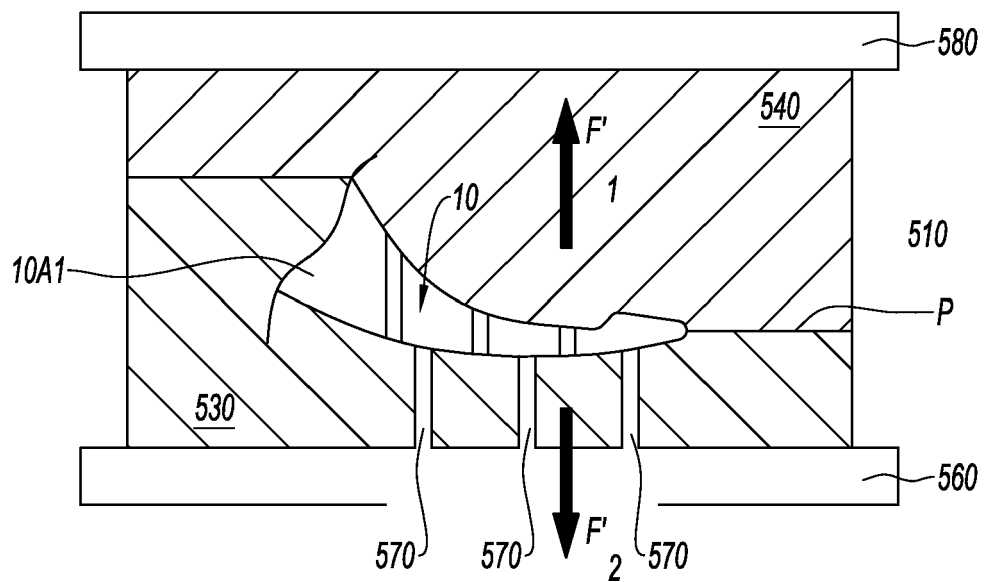
Fig. 2



**Fig. 3**

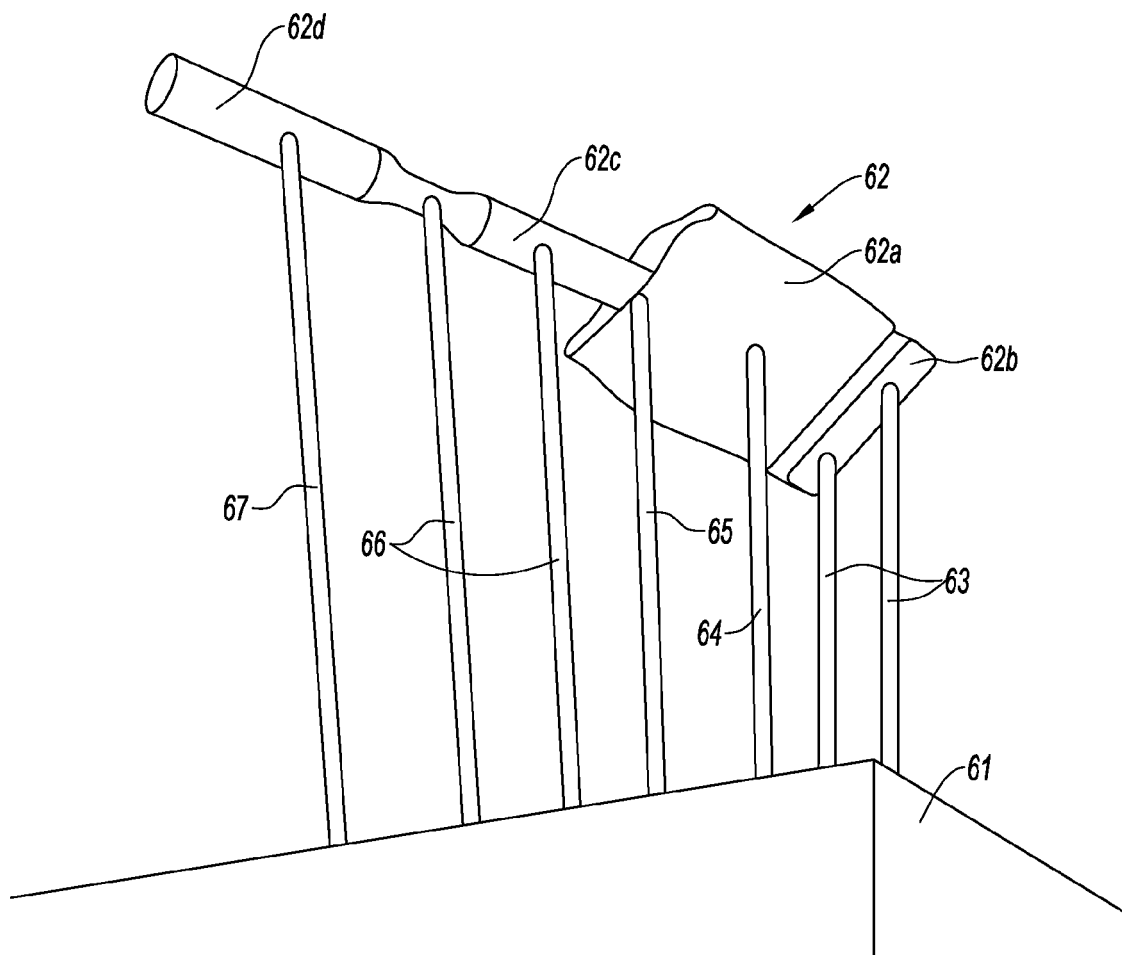


*Fig. 4*



*Fig. 5*





*Fig. 6*



| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                            | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                                                               | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                         | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)       |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                    | FR 2 827 533 A (HOWMET RES CORP [US])<br>24 janvier 2003 (2003-01-24)<br>* page 2, ligne 31 - page 3, ligne 10 *<br>* page 8, ligne 4 - page 11, ligne 2 *<br>* figures 1-4 * | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                             | INV.<br>B22C9/10<br>B22C13/16        |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP 0 371 895 A (HOWMET CORP [US])<br>6 juin 1990 (1990-06-06)<br>* page 7, ligne 35 - page 8, ligne 18 *<br>* figures 1-6 *                                                   | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                             |                                      |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP 1 661 642 A (SNECMA [FR])<br>31 mai 2006 (2006-05-31)<br>* alinéas [0005], [0008], [0028] *<br>* figures 1-5 *                                                             | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                             |                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                 | B22C                                 |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                      |
| Lieu de la recherche<br><b>La Haye</b>                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                               | Date d'achèvement de la recherche<br><b>21 juillet 2008</b>                                                                                                                                                                                                     | Examineur<br><b>Scheid, Michael</b>  |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                                                               | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                      |

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

EP 08 10 3504

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-07-2008

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |   | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|---|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| FR 2827533                                      | A | 24-01-2003             | DE 10231436 A1                          | 13-02-2003             |
|                                                 |   |                        | GB 2379632 A                            | 19-03-2003             |
|                                                 |   |                        | JP 2003053480 A                         | 26-02-2003             |
|                                                 |   |                        | US 2003015308 A1                        | 23-01-2003             |
| -----                                           |   |                        |                                         |                        |
| EP 0371895                                      | A | 06-06-1990             | CA 2001456 A1                           | 31-05-1990             |
|                                                 |   |                        | JP 2188460 A                            | 24-07-1990             |
|                                                 |   |                        | US 5014763 A                            | 14-05-1991             |
| -----                                           |   |                        |                                         |                        |
| EP 1661642                                      | A | 31-05-2006             | CA 2527837 A1                           | 26-05-2006             |
|                                                 |   |                        | CN 1830598 A                            | 13-09-2006             |
|                                                 |   |                        | FR 2878458 A1                           | 02-06-2006             |
|                                                 |   |                        | JP 2006167805 A                         | 29-06-2006             |
|                                                 |   |                        | US 2006219379 A1                        | 05-10-2006             |
| -----                                           |   |                        |                                         |                        |

EPO FORM P0460

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

**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**

- EP 328452 A [0004] [0014] [0039]
- FR 2371257 [0004]
- FR 1785836 [0004]
- FR 0651682 [0007] [0040]