

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 108 540
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 20 02899

51 Int Cl⁸ : B 22 C 9/00 (2019.12), B 22 C 9/10, 9/22

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 25.03.20.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 01.10.21 Bulletin 21/39.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : ROUGIER Luc, BECHELANY Mirna,
CARIOU Romain Pierre, LE HEGARAT Alain Armel et
OSMONT Hervé Bruno Marc.

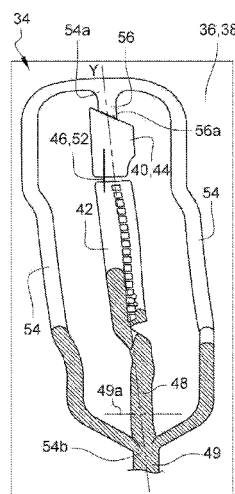
73 Titulaire(s) : SAFRAN Société anonyme.

74 Mandataire(s) : Ernest GUTMANN - Yves PLASSE-
RAUD SAS.

54 Moule pour la fabrication d'un noyau céramique de fonderie.

57 Le présent document concerne un moule (34) pour
procédé de fabrication d'un noyau en céramique de fonderie
destiné à former au moins une partie d'une aube, le moule
(34) comprenant une empreinte (40), l'empreinte (40)
comprenant une première zone (42) destinée à former une
première zone du noyau et une seconde zone (44) destinée
à former une seconde zone du noyau, lesdites zones (42, 44)
de l'empreinte (40) étant décalées l'une de l'autre, le moule
(34) comportant au moins un canal principal d'alimentation
(48) débouchant dans la première zone (42) de l'empreinte
(40) et un logement (46) reliant les première et seconde
zones (42, 44), ledit logement (46) étant destiné à permettre
l'insertion d'une tige de liaison (52) reliant les première et
seconde zones du noyau, caractérisé en ce qu'il comprend
au moins deux canaux auxiliaires d'alimentation (54) s'éten-
dant de part et d'autre de la première zone (42) de l'em-
preinte (40) et débouchant dans la seconde zone (44) de
l'empreinte (40).

Figure à publier avec l'abrégié : Figure 7.



FR 3 108 540 - A1



Description

Titre de l'invention : Moule pour la fabrication d'un noyau céramique de fonderie

Domaine technique de l'invention

[0001] Le présent document concerne un moule pour la fabrication d'un noyau céramique de fonderie destiné à former au moins une partie d'un circuit de refroidissement d'une aube de turbine.

Etat de la technique antérieure

[0002] Une turbomachine s'étend classiquement selon un axe et comporte, d'amont en aval dans le sens de circulation des gaz au sein de la turbomachine, une soufflante, un compresseur basse pression, un compresseur haute pression, une chambre de combustion, une turbine haute pression, une turbine basse pression et une tuyère d'éjection. La turbine haute pression est couplée en rotation au compresseur haute pression, par l'intermédiaire d'un arbre haute pression, de manière à former un corps haute pression. La turbine basse pression est couplée en rotation au compresseur basse pression, par l'intermédiaire d'un arbre basse pression, de manière à former un corps basse pression. La soufflante est reliée à l'arbre basse pression, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesses.

[0003] Les aubes des turbines basse pression et haute pression d'une turbomachine sont soumises aux températures très élevées des gaz de la chambre de combustion, ce qui peut entraîner une dégradation prématurée desdites aubes et limiter leur durée de vie.

[0004] Afin de maîtriser la température de ces aubes, ces dernières comportent des circuits de refroidissement internes. De l'air issu par exemple du compresseur basse pression, est envoyé dans les circuits de refroidissement des aubes, de manière à limiter la température.

[0005] Dans la suite de la description, les termes axial, radial et circonférentiel sont utilisés par référence à l'axe de la turbomachine.

[0006] La figure 1 illustre une aube 1 de turbine haute pression de turbomachine. Ladite aube 1 comporte, radialement de l'intérieur vers l'extérieur, un pied 2, une plate-forme 4 et une pale 6. La pale 6 comporte des surfaces d'intrados 8 et d'extrados 10 reliées à l'amont par un bord d'attaque 12 et à l'aval, par un bord de fuite 14.

[0007] L'extrémité radialement externe ou sommet 16 de la pale 6 comprend une partie en forme dite de baignoire 18. Cette dernière est délimitée par un fond 20 transversal à la pale 6 et par une paroi 22 formant son bord dans le prolongement de la paroi de la pale 6. La pale 6 comprend en outre une pluralité de cavités interne communiquant avec une entrée d'air de refroidissement située au niveau du pied 2 de l'aube 1 et dé-

bouchant au niveau de perforations 24 réparties sur la pale 6. Les perforations 24 sont situées au niveau des surfaces d'intrados 8 et d'extrados 10 de la pale 6 et au niveau des bords d'attaque 12 et de fuite 14 de la pale 6.

- [0008] Les perforations 24 au niveau du bord du fuite 14 présentent la forme de fentes, les autres perforations 24 présentant des formes globalement circulaires ou ovales.
- [0009] De telles aubes sont fabriquées par moulage d'un matériau métallique. Ces moules comportent une empreinte, c'est-à-dire une forme en creux délimitant notamment l'aube à réaliser. Un ou plusieurs noyaux en céramique peuvent être montés dans le moule, au niveau de l'empreinte, de manière à former des zones en creux dans la pièce à fabriquer, en particulier lorsque celle-ci présente une géométrie complexe. Les noyaux sont notamment destinés à délimiter les cavités définissant les circuits de refroidissement ainsi que la baignoire au niveau du sommet de la pale.
- [0010] La figure 2 illustre un noyau 26 connu pour la réalisation d'une aube de turbine. Celui-ci s'étend selon un axe X et comporte une première zone 28 et une seconde zone 30 décalées l'une de l'autre selon l'axe X du noyau 26. La première zone 28 et la seconde zone 30 sont reliées l'une à l'autre par une tige de liaison 32.
- [0011] La première zone 28 forme, lors du procédé ultérieur de moulage de l'aube 1, des cavités ou canaux destinés à former au moins une partie du circuit de refroidissement de l'aube 1.
- [0012] La seconde zone 30 est notamment destinée à former, lors du procédé ultérieur de moulage de l'aube 1, la baignoire 18 de l'aube 1.
- [0013] Les noyaux 26 en céramiques sont eux-mêmes fabriqués par moulage d'une pâte de céramique, également appelée barbotine, dans un moule 34. Cette pâte est principalement composée d'une poudre de céramique et d'un liant. Ce moule 34 est, en outre, composé de deux coquilles 36 plaquées l'une contre l'autre au niveau d'un plan de joint 38, les deux coquilles 36 délimitant une empreinte 40 du noyau 26 à réaliser.
- [0014] Comme cela est illustré aux figures 3 à 5, l'empreinte 40 s'étend selon un axe Y et comporte une première zone 42 et une seconde zone 44, écartées l'une de l'autre selon l'axe Y de l'empreinte 40. La première zone 42 de l'empreinte 40 est destinée à former la première zone 28 du noyau 26. La seconde zone 44 de l'empreinte 40 est destinée à former la seconde zone 30 du noyau 26.
- [0015] Un logement 46 relie les première et seconde zones 42, 44.
- [0016] La première zone 42 comporte un pied ou une jambe 48 située à l'opposé du logement 46. Le pied 48 est relié à un canal d'alimentation principal non représenté.
- [0017] La première zone 42 et la seconde zone 44 sont par ailleurs reliées l'une à l'autre par le biais d'un canal de liaison 50.
- [0018] Lors de la fabrication du noyau 26, une tige de liaison 52 est introduite dans le logement 46 du moule 34 puis la pâte céramique ou barbotine est introduite dans le

moule 34. La barbotine ou pâte débouche en particulier dans la première zone 42 de l’empreinte 40. La première zone 42 de l’empreinte 40 est ainsi progressivement remplie de barbotine, comme illustré à la figure 3. Après remplissage de la première zone 42 de l’empreinte 40 (figure 4), la barbotine pénètre dans la seconde zone 44 de l’empreinte 40 au travers du canal de liaison 50 (figure 5).

- [0019] Le canal de liaison 50 présentant une faible section, lorsque la barbotine ou pâte céramique passe au travers du canal de liaison 50, cette dernière est soumise à un cisaillement particulièrement élevé, générant des hétérogénéités dans le matériau ainsi que des contraintes thermomécaniques lors de la cuisson ultérieure pouvant affecter la partie fonctionnelle du noyau. Il en résulte un noyau 26 pouvant présenter des défauts de structure et/ou des défauts dimensionnels.
- [0020] La partie fonctionnelle du noyau est définie comme la partie du noyau destinée à former une partie de la pièce définitive, c’est-à-dire l’aube, à réaliser.
- [0021] Comme cela est représenté schématiquement à la figure 6, lors de la fabrication du noyau 26, la tige 52 a tendance à se dilater sous l’effet de la température et la pâte céramique a tendance à se rétracter lors de la cuisson. Ceci génère un couple au niveau de la liaison entre les première et seconde zones 42, 44 du noyau 26, provoquant une flexion de la tige 52 pouvant entraîner une rupture de la tige 52 ou sa déformation en cisaillement et/ou en flexion.
- [0022] En outre, avant fabrication de l’aube 26, il est nécessaire de retirer la partie en céramique 50a reliant les première et seconde zones 28, 30 du noyau 26 et formée par le canal de liaison 50. Du fait du faible écartement entre les première et seconde zones 28, 30, un tel retrait est particulièrement délicat et risque d’endommager les zones du noyau 26 situées à proximité de la partie 50a à retirer.
- [0023] Le présent document vise à proposer une solution à ce problème, de façon simple, fiable et peu onéreuse.

Présentation de l’invention

- [0024] A cet effet, le présent document concerne un moule pour procédé de fabrication d’un noyau en céramique de fonderie destiné à former au moins une partie d’une aube, le moule comprenant une empreinte, l’empreinte comprenant une première zone destinée à former une première zone du noyau et une seconde zone destinée à former une seconde zone du noyau, lesdites zones de l’empreinte étant décalées l’une de l’autre, le moule comportant au moins un canal principal d’alimentation débouchant dans la première zone de l’empreinte et un logement reliant les première et seconde zones, ledit logement étant destiné à permettre l’insertion d’une tige de liaison reliant les première et seconde zones du noyau, caractérisé en ce qu’il comprend au moins deux canaux auxiliaires d’alimentation s’étendant de part et d’autre de la première zone de

l'empreinte et débouchant dans la seconde zone de l'empreinte.

- [0025] Ainsi, lors de la fabrication du noyau à l'aide du moule précité, une tige de liaison est logée dans le logement correspondant et de la pâte de céramique ou barbotine est amenée dans l'empreinte du moule à la fois par le canal principal et par les canaux auxiliaires. La seconde zone de l'empreinte est ainsi remplie au travers des canaux auxiliaires, et non pas au travers d'un canal de liaison de faible section reliant les première et seconde zones, comme cela est le cas dans l'art antérieur.
- [0026] La présence des canaux auxiliaires permet de se dispenser d'un canal de liaison reliant les première et seconde zones de l'empreinte. On évite ainsi tous les inconvénients précités, liés à la présence d'un tel canal de liaison.
- [0027] Le fait que les canaux auxiliaires soient situés de part et d'autre de la première zone de l'empreinte permet d'équilibrer les contraintes mécaniques sur la tige de liaison afin de réduire les composantes des efforts de cisaillement et de flexion, dans le but de réduire le risque de rupture de la tige de liaison. De plus, un tel équilibrage des contraintes mécaniques permet de limiter les déformations et donc d'améliorer les spécifications dimensionnelles de la partie fonctionnelle du noyau, c'est-à-dire de la partie du noyau destinée à délimiter au moins une zone en creux de l'aube à réaliser.
- [0028] Lors de la fabrication du noyau, la tige est ainsi soumise principalement à des efforts dirigés selon l'axe de la tige et non plus à des contraintes de flexion, comme cela est le cas dans l'art antérieur.
- [0029] Le fait qu'il est possible de définir des sections d'alimentation importantes pour les canaux auxiliaires permet également de limiter les taux de cisaillement durant l'injection de la pâte.
- [0030] Le canal auxiliaire peut comporter une première extrémité débouchant dans une zone d'alimentation commune aux deux canaux auxiliaires, ladite zone d'alimentation commune débouchant dans la seconde zone de l'empreinte.
- [0031] La zone d'alimentation commune peut comporter une zone de rétrécissement de sa section au niveau de son extrémité débouchant dans la seconde zone de l'empreinte.
- [0032] Une telle caractéristique permet notamment, après moulage du noyau, de faciliter la séparation du noyau et de la partie en céramique formée par la zone commune et par les canaux auxiliaires. La zone de rétrécissement peut ainsi former une zone ruptible.
- [0033] Chaque canal auxiliaire peut comporter une seconde extrémité débouchant dans le canal principal d'alimentation.
- [0034] Chaque canal auxiliaire peut avoir une section de forme globalement circulaire afin de réduire la vitesse de refroidissement de la pâte, la forme cylindrique présentant le plus faible ratio entre surface d'échange avec le moule et volume.
- [0035] Le moule peut comporter une première coquille et une seconde coquille délimitant chacune une partie de l'empreinte, lesdites coquilles étant aptes à être plaquées l'une

sur l'autre au niveau d'un plan de joint du moule, les canaux auxiliaires s'étendant, au moins en partie, le long du plan de joint.

[0036] Une telle caractéristique permet de faciliter le démoulage de l'ensemble formé par le noyau et les parties en céramique formées par le canal principal et les canaux auxiliaires.

[0037] Le terme plan de joint ne définit pas nécessairement un plan en tant que tel, comme cela est connu de l'état de la technique. En effet, le plan de joint peut notamment comporter des portions décalées les unes par rapport aux autres ou formant des angles entres elles.

[0038] La section de chaque canal auxiliaire est comprise entre 40 et 80 % de la section du canal principal d'alimentation.

[0039] La somme des sections des canaux auxiliaires est comprise entre 80 et 120 % de la section du canal principal d'alimentation.

[0040] Une telle caractéristique permet de contrôler le débit de remplissage de la première zone de l'empreinte par rapport à la seconde zone de l'empreinte lors du coulage ou de l'injection de la pâte de céramique ou barbotine.

[0041] Le présent document concerne également un procédé de fabrication d'un noyau en céramique à l'aide d'un moule du type précité, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à :

- couler ou injecter une barbotine ou une pâte à base de céramique dans l'empreinte au travers du canal principal et des canaux auxiliaires,
- procéder à une solidification de la barbotine,
- démouler l'ensemble obtenu par solidification de la barbotine et comprenant le noyau,
- procéder à une élimination du liant de la barbotine, par exemple par traitement thermique, puis à une consolidation des particules céramiques de la barbotine, par exemple par cuisson ou frittage, de manière à former un ensemble en céramique comportant le noyau, au moins une première zone en céramique et au moins une seconde zone en céramique formées respectivement par le canal principal et les canaux auxiliaires,
- séparer le noyau du reste dudit ensemble.

[0042] Lors d'un tel procédé, la barbotine/pâte peut être coulée ou injectée dans l'empreinte. La barbotine est répartie entre le canal principal et les deux canaux auxiliaires et débouche dans la première zone par le canal principal et dans la seconde zone de l'empreinte par les canaux auxiliaires.

Brève description des figures

[0043] [fig.1] est une vue en perspective d'une aube de turbine de l'art antérieur,

- [0044] [fig.2] est une vue d'un noyau de l'art antérieur,
 [0045] [fig.3],
 [0046] [fig.4] et
 [0047] [fig.5] illustrent différentes étapes successives de remplissage de l'empreinte lors de la réalisation du noyau de la figure 2,
 [0048] [fig.6] est une vue schématique illustrant le phénomène de flexion de la tige lors de la fabrication du noyau de la figure 2,
 [0049] [fig.7],
 [0050] [fig.8] et
 [0051] [fig.9] illustrent différentes étapes successives de remplissage de l'empreinte d'un moule selon le présent document, lors de la réalisation d'un noyau,
 [0052] [fig.10] est une vue de face d'un ensemble en céramique formé à l'aide du moule selon le présent document.

Description détaillée de l'invention

- [0053] Les figures 7, 8, 9 illustrent différentes étapes successives de remplissage d'une empreinte 40 d'un moule 34 selon le présent document, lors de la réalisation d'un noyau 26 en céramique. L'empreinte 40 s'étend selon un axe référencé Y sur les figures.
- [0054] Le moule 34 comporte deux coquilles 36 aptes à être plaquées l'une contre l'autre au niveau d'un plan de joint 38, les deux coquilles 36 délimitant l'empreinte 40 du noyau 26 à réaliser.
- [0055] L'empreinte 40 comporte une première zone 42 et une seconde zone 44 reliées l'une à l'autre par l'intermédiaire d'un logement 46, ledit logement 46 étant destiné à permettre l'insertion d'une tige de liaison 52 reliant les première et seconde zones 28, 30 du noyau 26.
- [0056] La première zone comporte un pied ou une jambe 48 située à l'opposé de la tige de liaison 52. Le pied 48 est relié à un canal d'alimentation principal 49, la zone d'interface entre le pied 48 et le canal 49 étant représentée par un trait pointillé 49a.
- [0057] Le moule 34 comporte de plus deux canaux auxiliaires d'alimentation 54, s'étendant de part et d'autre du canal principal 49 et de l'empreinte 40. Une première extrémité 54a de chaque canal auxiliaire 54 débouche dans une zone d'alimentation 56 commune aux deux canaux auxiliaires 54, ladite zone d'alimentation commune 56 débouchant elle-même dans la seconde zone 44 de l'empreinte 40. Une seconde extrémité 54b de chaque canal auxiliaire 54 débouche en outre dans le canal principal 49, à proximité de la zone d'interface 49a.
- [0058] La zone d'alimentation commune 56 s'étend selon l'axe Y et présente une zone de rétrécissement 56a débouchant dans la seconde zone 44 de l'empreinte 40. La section

de ladite zone de rétrécissement 56a selon un plan perpendiculaire à l'axe Y est inférieure à la section générale de chaque canal auxiliaire 54.

- [0059] Les canaux auxiliaires 54 ont chacun une section de forme globalement circulaire. La section de chaque canal auxiliaire peut être relativement constante d'une extrémité 54a à l'autre 54b.
- [0060] La section de chaque canal auxiliaire peut être comprise entre 40 et 80 % de la section du canal principal d'alimentation. La somme des sections des canaux auxiliaires peut être comprise entre 80 et 120 % de la section du canal principal d'alimentation.
- [0061] Le canal principal 48 et les deux canaux auxiliaires 54 s'étendent chacun le long du plan de joint 38. Le plan de joint 38 du moule 34 peut être plan ou être formé de portions planes décalées les unes des autres et/ou formant des angles les unes avec les autres.
- [0062] Un tel moule 34 permet la réalisation d'un noyau 26 en céramique. Pour cela une pâte de céramique ou une barbotine est injectée sous pression dans le moule 34 au niveau de l'entrée 48b du moule 34. La barbotine ou pâte est répartie entre le canal principal 48 et les deux canaux auxiliaires 54 et débouche à la fois dans la première zone 42 et dans la seconde zone 44 de l'empreinte 40. On notera que la barbotine présente dans la première zone 42 et la barbotine présente dans la seconde zone 44 ne se rencontrent pas dans l'empreinte 40 car, contrairement à l'art antérieur, aucun canal de liaison 50 ne relie la première zone 42 et la seconde zone 44.
- [0063] Une fois les deux zones 42, 44 de l'empreinte 40 remplies de barbotine, on procède ensuite à sa solidification, par exemple par cuisson, de manière à former un ensemble en céramique 58 (figure 10) comportant le noyau 26 et des parties en céramique 49c, 54c formées respectivement par le canal principal 49 et les deux canaux auxiliaires 54.
- [0064] Le moule 34 est ensuite ouvert de manière à libérer l'ensemble 58.
- [0065] On procède ensuite à une élimination du liant de la barbotine de l'ensemble 58, par exemple par traitement thermique, puis à une consolidation des particules céramiques de la barbotine, par exemple par cuisson ou frittage.
- [0066] Le noyau 26 est alors séparé du reste dudit ensemble 58. La zone de rétrécissement, 56a favorise une telle séparation.
- [0067] Le noyau 26 en céramique peut ensuite être utilisé pour la réalisation d'une aube métallique 1 par moulage, comme cela est connu en soi.
- [0068] Lors d'un moulage de l'aube 1, la première zone 28 du noyau 26 forme des cavités ou canaux destinés à former au moins une partie du circuit de refroidissement de l'aube 1. Par ailleurs, lors du moulage de l'aube 1, la seconde zone 30 du noyau 26 est destinée à former la baignoire 18 de l'aube 1.

Revendications

- [Revendication 1] Moule (34) pour procédé de fabrication d'un noyau (26) en céramique de fonderie destiné à former au moins une partie d'une aube (1), le moule (34) comprenant une empreinte (40), l'empreinte (40) comprenant une première zone (42) destinée à former une première zone (28) du noyau (26) et une seconde zone (44) destinée à former une seconde zone (30) du noyau (26), lesdites zones (42, 44) de l'empreinte (40) étant décalées l'une de l'autre, le moule (34) comportant au moins un canal principal d'alimentation (49) débouchant dans la première zone (42) de l'empreinte (40) et un logement (46) reliant les première et seconde zones (42, 44), ledit logement (46) étant destiné à permettre l'insertion d'une tige de liaison (52) reliant les première et seconde zones (42,44) du noyau (26), caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux canaux auxiliaires d'alimentation (54) s'étendant de part et d'autre de la première zone (42) de l'empreinte (40) et débouchant dans la seconde zone (44) de l'empreinte (40).
- [Revendication 2] Moule (34) selon la revendication 1, dans lequel chaque canal auxiliaire (54) comporte une première extrémité (54a) débouchant dans une zone d'alimentation (56) commune aux deux canaux auxiliaires (54), ladite zone d'alimentation commune (56) débouchant dans la seconde zone (44) de l'empreinte (40).
- [Revendication 3] Moule (34) selon la revendication 2, dans lequel la zone d'alimentation commune (56) comporte une zone (56a) de rétrécissement de sa section au niveau de son extrémité débouchant dans la seconde zone (44) de l'empreinte (40).
- [Revendication 4] Moule (34) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel chaque canal auxiliaire (54) comporte une seconde extrémité (54b) débouchant dans le canal principal d'alimentation (49).
- [Revendication 5] Moule (34) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel chaque canal auxiliaire (54) a une section de forme globalement circulaire.
- [Revendication 6] Moule (34) selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le moule (34) comporte une première coquille (36) et une seconde coquille (36) délimitant chacune une partie de l'empreinte (40), lesdites coquilles (36) étant aptes à être plaquées l'une sur l'autre au niveau d'un plan de joint (38) du moule (34), les canaux auxiliaires (54) s'étendant, au moins en partie, le long du plan de joint (38).
- [Revendication 7] Moule (34) selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la

section de chaque canal auxiliaire (54) est comprise entre 40 et 80 % de la section du canal principal d'alimentation (49).

[Revendication 8]

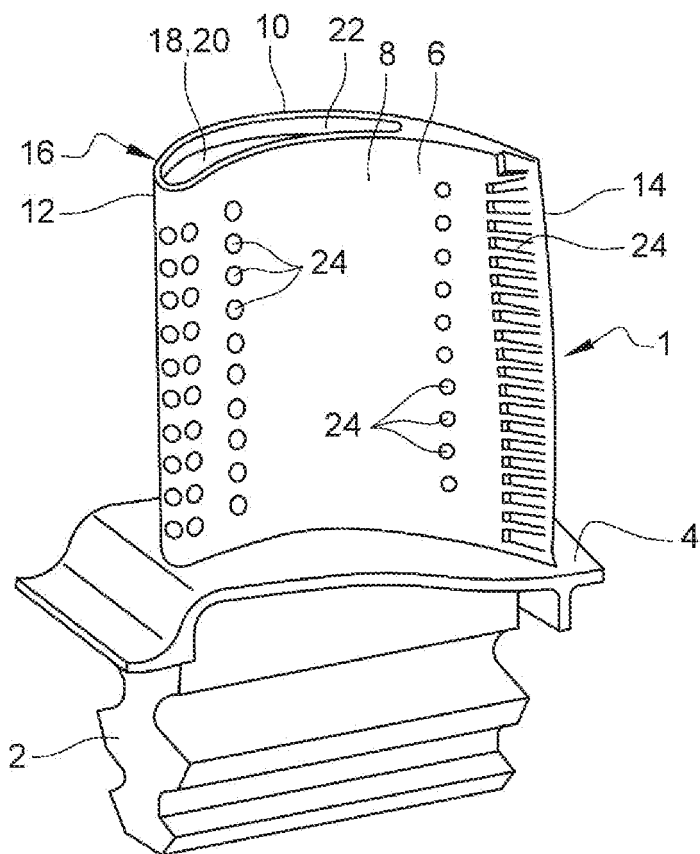
Moule (34) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la somme des sections des canaux auxiliaires (54) est comprise entre 80 et 120 % de la section du canal principal d'alimentation (49).

[Revendication 9]

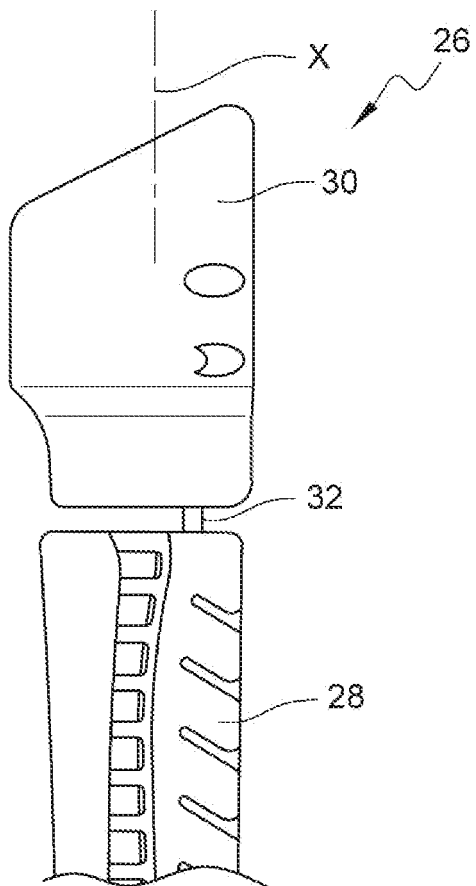
Procédé de fabrication d'un noyau (26) en céramique à l'aide d'un moule (34) selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à :

- couler ou injecter une barbotine ou une pâte à base de céramique dans l'empreinte (40) au travers du canal principal (48) et des canaux auxiliaires (54),
- procéder à une solidification de la barbotine,
- démouler l'ensemble obtenu par solidification de la barbotine et comprenant le noyau,
- procéder à une élimination du liant de la barbotine, par exemple par traitement thermique, puis à une consolidation des particules céramiques de la barbotine, par exemple par cuisson ou frittage, de manière à former un ensemble en céramique (58) comportant le noyau (26), au moins une première zone en céramique (49c) et au moins une seconde zone en céramique (54c) formées respectivement par le canal principal (49) et les canaux auxiliaires (54),
- séparer le noyau (26) du reste dudit ensemble (58).

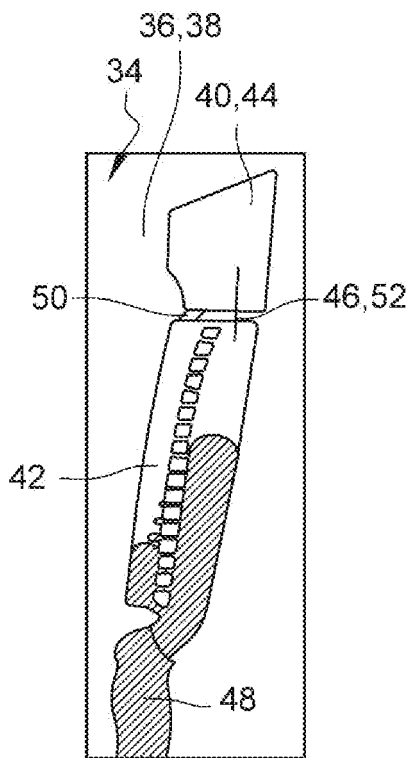
[Fig. 1]



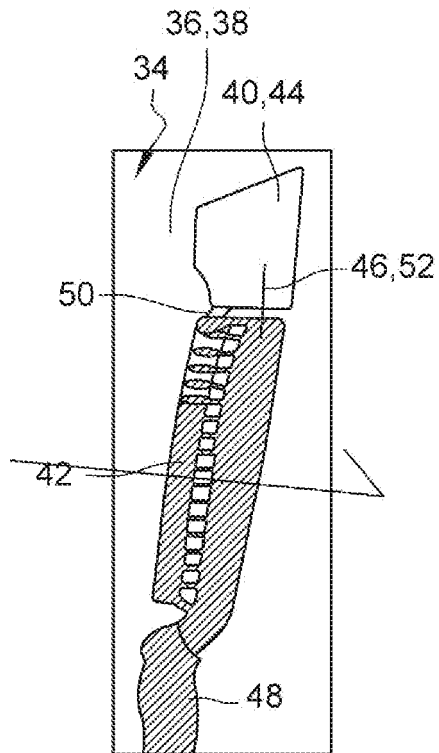
[Fig. 2]



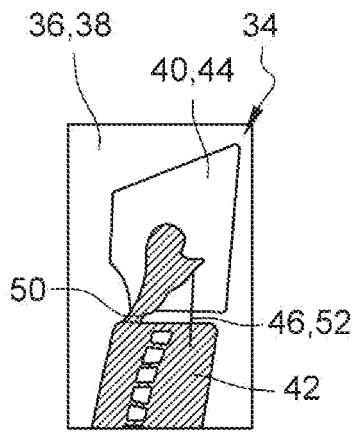
[Fig. 3]



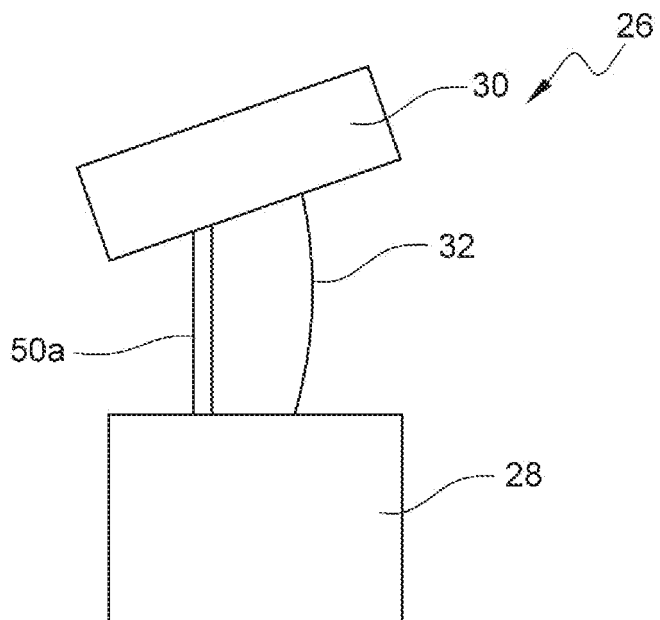
[Fig. 4]



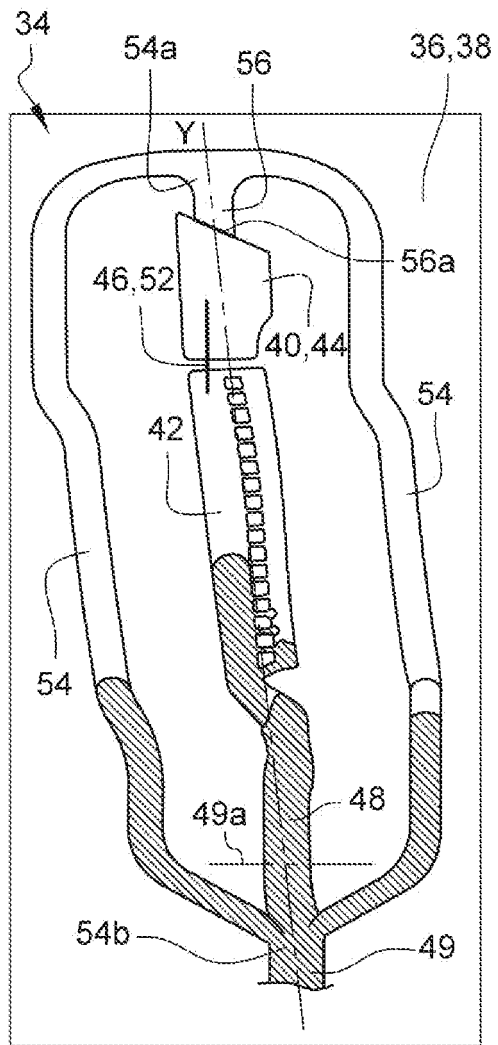
[Fig. 5]



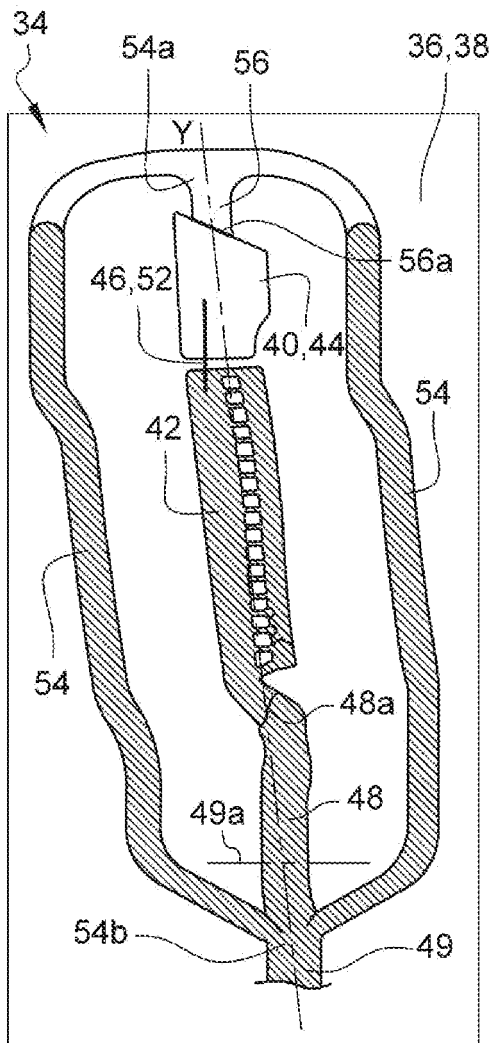
[Fig. 6]



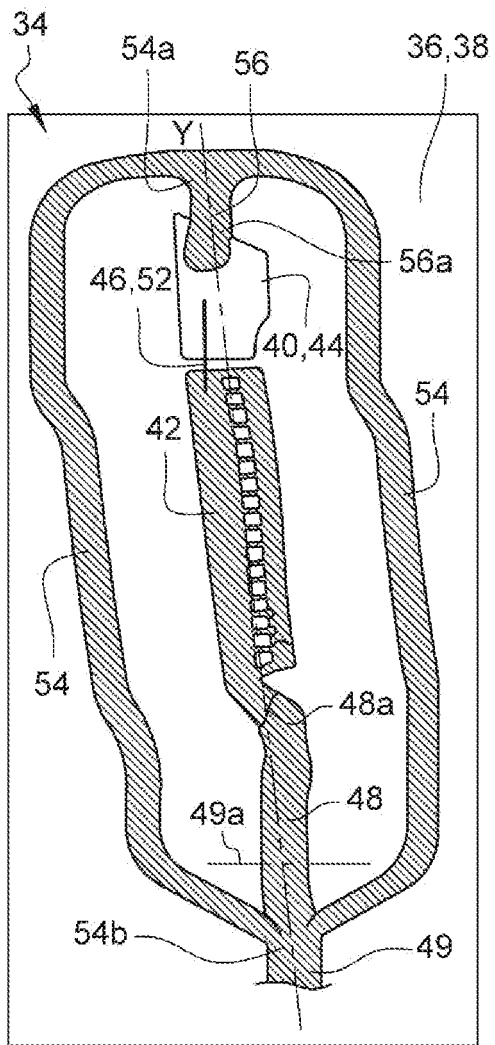
[Fig. 7]



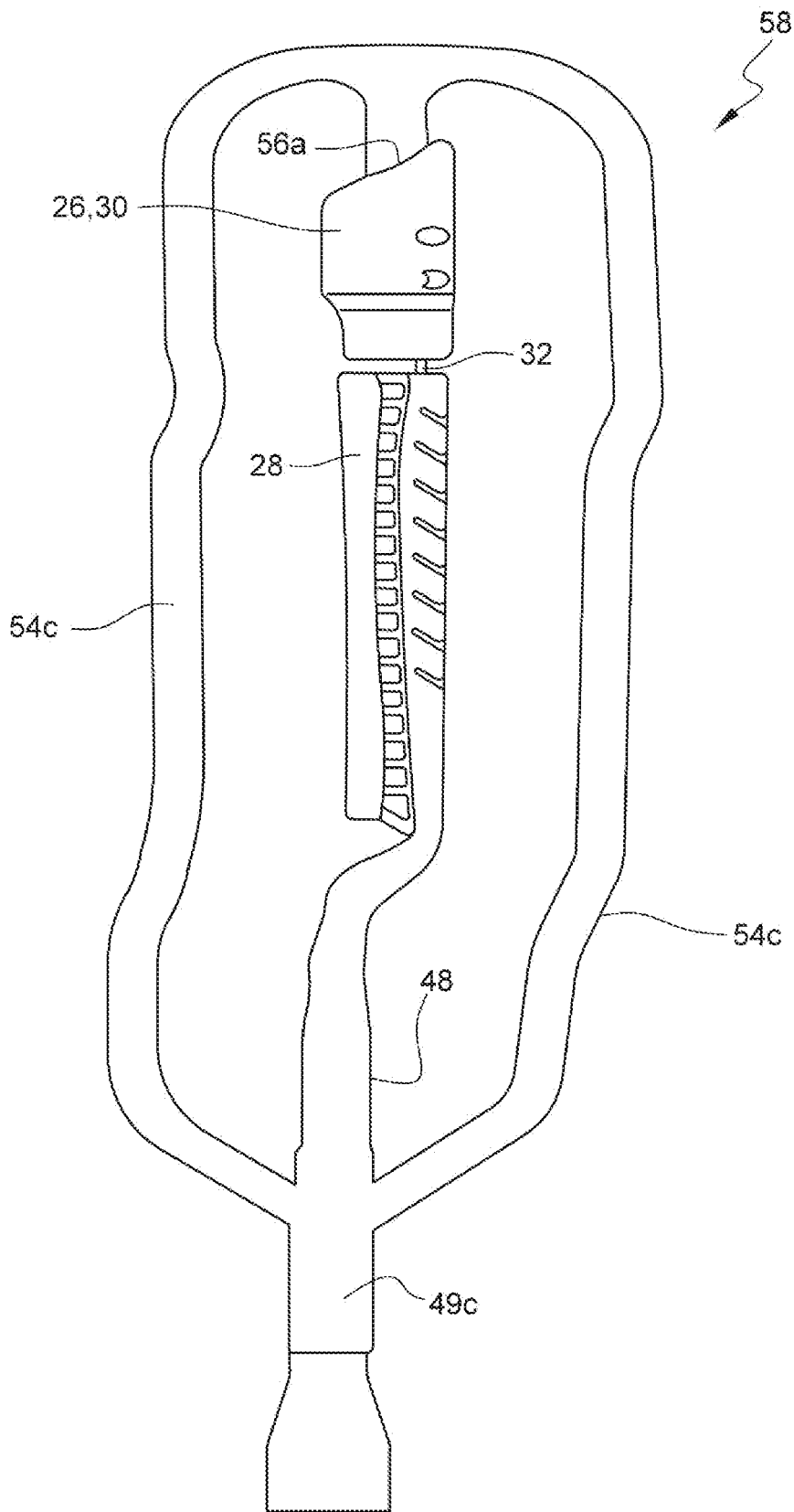
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 880873
FR 2002899

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 2014/369842 A1 (TRUELLE FRANCK EDMOND MAURICE [FR] ET AL) 18 décembre 2014 (2014-12-18) * alinéa [0004] - alinéa [0006] * * alinéa [0052] - alinéa [0056] * * figure 1 *	1-9	B22C9/00 B22C9/10 B22C9/22
Y	US 2015/122445 A1 (TRUELLE FRANCK EDMOND MAURICE [FR] ET AL) 7 mai 2015 (2015-05-07) * alinéa [0051] - alinéa [0062] * * figures 1-6 *	1-9	
Y	CN 207 013 678 U (YUZHOU KUNLUN MOULD CO LTD) 16 février 2018 (2018-02-16) * figure 4 * * alinéa [0016] - alinéa [0017] * * alinéa [0032] - alinéa [0035] *	1-9	
Y	CN 102 085 564 A (GUANGXI YUCHAI MACHINERY CO) 8 juin 2011 (2011-06-08) * figures 1-2 *	1-9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B22C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 octobre 2020		Desvignes, Rémi	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2002899 FA 880873**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **06-10-2020**

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2014369842 A1	18-12-2014	BR 112014015655 A2	13-06-2017
		CA 2860290 A1	27-06-2013
		CN 104039476 A	10-09-2014
		EP 2794147 A2	29-10-2014
		FR 2984880 A1	28-06-2013
		JP 6097307 B2	15-03-2017
		JP 2015506840 A	05-03-2015
		RU 2014130211 A	20-02-2016
		US 2014369842 A1	18-12-2014
		WO 2013093352 A2	27-06-2013
US 2015122445 A1	07-05-2015	BR 112014027831 A2	27-06-2017
		CA 2872066 A1	14-11-2013
		CN 104271286 A	07-01-2015
		EP 2846948 A2	18-03-2015
		FR 2990367 A1	15-11-2013
		FR 2990368 A1	15-11-2013
		JP 6236066 B2	22-11-2017
		JP 2015520677 A	23-07-2015
		RU 2014150082 A	10-07-2016
		US 2015122445 A1	07-05-2015
WO 2013167847 A2	14-11-2013		
CN 207013678 U	16-02-2018	AUCUN	
CN 102085564 A	08-06-2011	AUCUN	