

(19)



(11)

EP 3 395 471 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

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

11.01.2023 Bulletin 2023/02

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B22C 9/10 (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B22C 9/103; B22C 9/04

(21) Numéro de dépôt: **18168395.4**

(22) Date de dépôt: **20.04.2018**

(54) **NOYAU POUR LA FABRICATION D'UNE AUBE DE TURBOMACHINE**

KERN ZUR HERSTELLUNG EINER TURBINENSCHAUFEL

CORE FOR THE FABRICATION OF A TURBINE ENGINE BLADE

(84) Etats contractants désignés:

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

(30) Priorité: **28.04.2017 FR 1753817**

(43) Date de publication de la demande:
31.10.2018 Bulletin 2018/44

(73) Titulaire: **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:

- **QUACH, Daniel
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)**
- **GOMEZ, Pascal, Francis, Patrick
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)**
- **GUERARD, Coralie, Cinthia
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)**
- **HANNY, Jean-Claude, Marcel, Auguste
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)**

- **HUCHIN, Patrick, Emilien, Paul, Emile
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)**
- **TAMI LIZUZU, Joseph, Toussaint
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)**
- **VOLLEBREGT, Matthieu, Jean, Luc
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)**
- **HERB, Vincent, Marc
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)**
- **PERSON, Laetitia
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)**

(74) Mandataire: **Ernest Gutmann - Yves Plasseraud
S.A.S.
c/o Plasseraud IP
66, rue de la Chaussée d'Antin
75440 Paris Cedex 09 (FR)**

(56) Documents cités:

**WO-A1-2015/026535 WO-A2-2005/113210
WO-A2-2013/167847 FR-A1- 3 037 829
US-A- 5 394 932 US-A- 5 820 774
US-A1- 2015 053 365**

EP 3 395 471 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine des aubages de turbomachine, celui en particulier des aubages obtenus par coulée d'un alliage en fusion dans un moule selon la technique de fonderie à la cire perdue.

[0002] Classiquement, la technique de fonderie à cire perdue consiste en premier lieu à réaliser un modèle en cire, ou en tout autre matériau facilement éliminable par la suite, de la pièce à réaliser ; ce modèle comprend une pièce interne formant un noyau en céramique qui figure les cavités que l'on souhaite voir apparaître à l'intérieur de l'aubage. Le modèle en cire est ensuite trempé plusieurs fois dans des barbotines constituées d'une suspension de particules céramiques pour confectionner, par des opérations dite de stucage et de séchage, un moule carapace.

[0003] On procède ensuite au décirage du moule carapace, qui est une opération par laquelle on élimine de la carapace la cire ou le matériau constituant le modèle d'origine. Après cette élimination, on obtient un moule céramique dont la cavité reproduit toutes les formes de l'aube et qui renferme encore le noyau céramique destiné à générer les cavités internes de celle-ci. Le moule subit ensuite un traitement thermique à haute température ou « cuisson » qui lui confère les propriétés mécaniques nécessaires.

[0004] Le moule carapace est alors prêt pour la fabrication de la pièce métallique par coulée. Après contrôle de l'intégrité interne et externe du moule carapace, l'étape suivante consiste à couler un métal en fusion, qui vient occuper les vides entre la paroi intérieure du moule carapace et le noyau, puis à le solidifier. Dans le domaine de la fonderie à cire perdue, on distingue actuellement plusieurs techniques de solidification, donc plusieurs techniques de coulée, 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).

[0005] Après la coulée de l'alliage, on casse la carapace par une opération de décochage. Au cours d'une autre étape, on élimine chimiquement le noyau céramique qui est resté enfermé dans l'aube obtenue. L'aube métallique obtenue subit ensuite des opérations de parachèvement qui permettent d'obtenir la pièce finie.

[0006] Des exemples de réalisation d'aubes de turbine par la technique de fonderie à la cire perdue sont donnés dans les demandes de brevets FR2875425 et FR2874186 de la demanderesse. Autres exemples de réalisation d'aubes de turbine sont donnés dans les demandes de brevets FR3037829, WO2013167847, WO2015026535 et US5820774.

[0007] Pour former le modèle en cire de l'aube on utilise un outillage, ou moule d'injection cire, dans lequel on place le noyau puis on injecte la cire liquide par un canal prévu à cet effet.

[0008] La recherche de performances accrues des

moteurs implique notamment un refroidissement plus efficace des aubes de turbine situées immédiatement en aval de la chambre de combustion. Cette exigence nécessite la formation à l'intérieur de ces aubes de cavités internes de circulation du fluide de refroidissement plus élaborées. Ces aubes présentent la particularité d'avoir plusieurs parois métalliques et requièrent donc la fabrication de noyaux céramiques de plus en plus complexes.

[0009] En raison de la complexité des cavités de refroidissement à former avec leurs cloisons de séparation, et de leur agencement, on réalise le noyau en plusieurs parties que l'on assemble et colle. Les noyaux élémentaires sont généralement liés entre eux au niveau du pied et du sommet. Il s'agit en effet de maîtriser l'épaisseur des parois et des cloisons formés au moment de la coulée. L'assemblage doit permettre au noyau de supporter les contraintes subies lors des étapes d'injection de la cire, de décirage puis de la coulée.

[0010] Il convient ainsi de placer les différentes parties du noyau de façon très précise les unes relativement aux autres dans le moule d'injection de cire et de garantir un maintien des positions relatives des différentes parties du noyau. Le maintien des différentes parties du noyau tel que proposé dans la technique actuelle consiste à relier fixement ces parties ou éléments de noyaux à la carapace céramique. Si un tel maintien permet en théorie de garantir un positionnement relatif précis des différents éléments du noyau, on observe que la coulée de métal en fusion conduit à une dilatation thermique non négligeable des éléments du noyau induisant, du fait d'une fixation statique des éléments constitutifs du noyau les uns par rapport aux autres à des déformations de certains de ces éléments, ce qui contribue à augmenter le taux de rebut des aubes. Dans des cas critiques, l'un des éléments du noyau peut même se briser conduisant à l'évidence à rebuter l'aube obtenue mais également à fabriquer de nouveau un noyau, ce qui est coûteux et long.

[0011] L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, efficace et économique aux problèmes de l'art antérieur décrit précédemment.

[0012] A cet effet, elle propose un noyau, selon la revendication 1, utilisé pour la fabrication par fonderie à la cire perdue d'une aube de turbomachine, s'étendant selon une direction longitudinale entre un pied et une tête et comprenant un élément principal et au moins un premier élément secondaire comportant chacun une partie fonctionnelle et une partie non fonctionnelle, caractérisé en ce que la partie non fonctionnelle de l'élément principal et la partie non fonctionnelle dudit au moins un premier élément secondaire sont assemblées et conformées de manière à coopérer en glissement l'une avec l'autre dans la direction longitudinale et en rotation autour de cette direction longitudinale.

[0013] Selon l'invention, la liaison de l'élément principal et du premier élément secondaire du noyau autorise un déplacement relatif par glissement longitudinal et par rotation des éléments de noyaux l'un par rapport à l'autre. Plus particulièrement, lorsque l'élément principal est fixé

dans la carapace céramique, le premier noyau secondaire peut se dilater longitudinalement et en rotation dans sa partie non fonctionnelle. Ainsi, il est possible de limiter les déformations et les cassures du noyau, ce qui réduit le taux de rebut des aubes à la fin d'une opération de fonderie à la cire perdue.

[0014] Egalement, l'utilisation de parties non fonctionnelles des éléments de noyaux évite de modifier les parties fonctionnelles du noyau. En effet, le dimensionnement de ces parties fonctionnelles est délicat à réaliser et une modification de leurs formes pour des raisons autres que celles en relation avec la forme finale de l'aube n'est pas souhaitable. Les parties non fonctionnelles sont formées à une extrémité longitudinale du noyau, de préférence au niveau du pied du noyau.

[0015] Le terme « fonctionnelle » utilisé en référence au noyau permet d'indiquer si la partie ainsi qualifiée permet de réaliser une face de la géométrie finale de l'aube. Ainsi, une partie non fonctionnelle fait référence à une zone d'un élément du noyau qui n'a pas d'impact sur la géométrie finale de la pièce.

[0016] La direction longitudinale correspond à une direction s'étendant depuis le pied de l'aube jusqu'au sommet de l'aube, cette direction longitudinale étant sensiblement perpendiculaire à l'axe de rotation de la turbomachine.

[0017] Selon une autre caractéristique de l'invention, le glissement est un glissement linéique c'est-à-dire suivant une ligne, plus spécifiquement une ligne droite, le glissement étant alors linéique rectiligne. L'élément principal du noyau et le premier élément secondaire du noyau sont donc positionnés et guidés en déplacement l'un par rapport à l'autre au niveau du pied selon une ligne rectiligne du premier élément secondaire glissant sur un plan de l'élément principal. Cela permet également d'avoir un positionnement isostatique et non hyperstatique du premier élément secondaire sur l'élément principal.

[0018] Le mode de glissement linéique, plus particulièrement rectiligne, se distingue d'un glissement d'une surface sur une autre surface, en évitant que des contraintes mécaniques excessives s'exercent sur le premier élément secondaire et l'élément principal et engendrent le flambage, la déformation voire une cassure des éléments du noyau.

[0019] Afin d'autoriser les dilations différentielles entre le premier élément secondaire de noyau et la carapace ainsi que les dilatations absolues desdites deux parties du noyau par rapport au moule carapace, un jeu de dilation peut être prévu entre le moule carapace et le premier élément secondaire. Ce jeu de dilation peut être réalisé par interposition d'une pellicule de vernis entre le premier élément secondaire et un bossage du moule carapace. On comprend que lors de l'opération de décirage et de cuisson du moule carapace, la pellicule de vernis sera éliminée donnant lieu à la formation d'un espace libre formant un jeu entre le premier élément secondaire et le moule carapace.

[0020] Avantagusement, la combinaison du jeu de di-

lation et du guidage linéique précité limite fortement les risques de cassure du noyau, permettant ainsi d'optimiser le procédé de fabrication des aubes.

[0021] Ladite partie non fonctionnelle dudit au moins un élément secondaire peut comprendre une tige engagée en glissement dans une première gorge de la partie non fonctionnelle de l'élément principal. Le guidage linéique rectiligne peut alors s'effectuer au niveau de la zone de contact de la tige avec le fond de la gorge. La pellicule de vernis est alors déposée sur une portion de la face de la tige agencée à l'opposé du fond de la première gorge.

[0022] La première gorge peut comprendre deux flancs latéraux s'éloignant l'un de l'autre en direction du débouché de la première gorge. L'utilisation de tels flancs permet de faciliter le centrage de la tige dans la gorge. Lorsque la tige est à section sensiblement circulaire, l'appui linéique peut se faire avec une surface de fond de gorge qui est plane.

[0023] Dans une réalisation, le noyau comprend un second élément secondaire dont une partie non fonctionnelle comprend une tige engagée en glissement longitudinal dans une seconde gorge de la partie non fonctionnelle de l'élément principal.

[0024] La tige du premier élément secondaire et la tige du second élément secondaire sont par exemples agencés symétriquement l'une de l'autre par rapport à une droite s'étendant longitudinalement, la première gorge et la seconde gorge débouchant dans des sens opposés selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale.

[0025] Elle concerne aussi un procédé, selon la revendication 10, de fabrication d'une aube au moyen d'un noyau tel que décrit ci-dessus, dans lequel la partie non fonctionnelle de l'élément principal du noyau est retenue dans un moule d'injection de cire par un moyen d'ancrage sur une paroi du moule.

[0026] L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif, en référence aux figures suivantes :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'une extrémité inférieure d'un noyau selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique en perspective de l'élément principal du noyau selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue schématique selon une ligne de coupe du montage d'une tige d'un élément du noyau dans une gorge d'un autre élément du noyau.

[0027] On se réfère tout d'abord à la figure 1 représentant une extrémité inférieure d'un noyau 10 selon l'invention comprenant un élément principal 12 et deux éléments secondaires, à savoir un premier élément secondaire 14 et un second élément secondaire 16. Sur la figure 1, seules sont représentées les parties non fonc-

tionnelles des éléments constitutifs du noyau 10, ces parties non fonctionnelles étant agencées à une extrémité longitudinale du noyau 10 (double flèche L). Comme indiqué précédemment, une partie non fonctionnelle du noyau 10 est une partie ne participant pas à la géométrie finale de la pièce lors du processus de fonderie à la cire perdue.

[0028] Le noyau 10 s'étend selon trois directions perpendiculaires deux à deux, une direction longitudinale L correspondant sur l'aube finale à la direction longitudinale L reliant le pied au sommet de l'aube, une direction axiale A (figure 1) correspondant sur l'aube finale à la direction amont/aval et une direction transverse T traversant les faces d'intrados et d'extrados de l'aube (figure 3). Le noyau comprend une tête 17 sur la figure 1 et un pied 11 qui est seul représenté sur la figure 1.

[0029] L'élément principal 12 du noyau 10 est destiné à former dans sa partie fonctionnelle (non représentée) une cavité centrale de l'aube et les premier et second éléments secondaires 14, 16 sont destinés à former dans leurs parties fonctionnelles (non représentées) des cavités dans les parois d'intrados et d'extrados de l'aube.

[0030] Comme cela est bien visible sur la figure 1, la partie non fonctionnelle du premier élément secondaire 14 comprend une tige ou doigt 18 s'étendant sensiblement longitudinalement et qui est logée dans une première gorge 20 ou encoche sensiblement longitudinale de la partie non fonctionnelle de l'élément principal 12 (figures 1 et 2). De même, le second élément secondaire 16 comprend dans sa partie non fonctionnelle une tige 22 s'étendant sensiblement longitudinalement et qui est logée dans une seconde gorge 24 ou encoche sensiblement longitudinale de la partie non fonctionnelle de l'élément principal 12 (figures 1 et 2). L'invention couvre également les réalisations dans lesquelles l'élément principal 12 du noyau 10 ne comprend qu'une seule gorge associée à un seul élément secondaire du noyau.

[0031] Comme représenté sur la figure 2, la première gorge 20 et la seconde gorge 24 débouchent dans des sens opposés selon une direction perpendiculaire (double flèche T) à la direction longitudinale L, c'est-à-dire selon la direction transverse T. La tige 18 du premier élément secondaire 12 et la tige 22 du second élément secondaire 16 sont symétriques l'une de l'autre par rapport à une droite D s'étendant longitudinalement L.

[0032] La première gorge 20 et la seconde gorge 24 sont séparées l'une de l'autre par un voile 26 de matière de l'élément principal 12 du noyau, ce voile 26 étant incliné en oblique par rapport à un premier plan contenant la direction longitudinale L et la direction transverse T et un second plan contenant la direction longitudinale L et la direction axiale A.

[0033] Selon l'invention, la tige 18 du premier élément 14 secondaire est montée à coulissement dans la première gorge 20 de l'élément principal 12 du noyau 10 de même que la tige 22 du second élément 16 secondaire est montée à coulissement dans la seconde gorge 24 de l'élément principal 12 du noyau 10. De plus, chacune des

gorges 20, 24 est conformée de manière à autoriser un degré de liberté en rotation des tiges 18, 22 autour de l'axe longitudinal L.

[0034] Les tiges 18, 22 ont une forme circulaire et le fond 28 des gorges 20, 22 est plan de sorte que le contact entre une tige 18, 22 et le fond 28 d'une gorge 20, 24 est un contact linéique rectiligne, ce qui permet de réaliser un guidage suivant un appui rectiligne du premier élément secondaire du noyau et du second élément secondaire du noyau sur l'élément principal du noyau sans liaison hyperstatique. De cette manière on limite fortement les frottements des trois parties du noyau les unes sur les autres et on permet les dilatations relatives.

[0035] De plus, chaque tige 18, 22 est dimensionnée de manière à ce que son diamètre affleure le plan de sortie 30 de la gorge 20, 24 dans laquelle elle est engagée. Ainsi, on peut assurer un contact linéique entre la carapace 32 et la tige 18, 22 de chacun des premier 14 et second 16 éléments secondaires.

[0036] Chaque gorge 20, 24 comprend deux flancs 34, 36 opposés reliées l'un à l'autre par la paroi de fond 28 plane. Les deux flancs 34, 36 de chaque gorge 20, 24 s'éloignent l'un de l'autre en direction du débouché de la gorge 20, 24. Comme cela est visible sur la figure 3, la largeur de la gorge 20, 24 mesurée au niveau de la paroi de fond 28 est inférieure au diamètre de la tige 18, 22.

[0037] Comme représenté en figure 3, le moule carapace comprend un premier bossage 38 interne formé sur une face interne du moule 40 et positionnée de manière à serrer la tige 18 du premier élément secondaire 14 du noyau 10 dans la première encoche 20 de l'élément principal 12 du noyau 10. De manière similaire, le moule 40 comprend un second bossage (non représenté) interne formé sur une face interne du moule 40 et positionnée de manière à serrer la tige 22 du second élément secondaire 16 du noyau 10 dans la seconde encoche 24 de l'élément principal 12 du noyau 10. On remarque que les premier 38 et second bossages sont ainsi formés sur des faces en vis-à-vis du moule dans la direction transverse T et recouvre les débouchés des première 20 seconde 24 encoches. On comprend que la zone 44 séparant le moule carapace 40 du noyau 10 comprend de la cire.

[0038] Chaque bossage 38 comprend deux flancs longitudinaux 38a, 38b inclinés en oblique l'un par rapport à l'autre, convergeant l'un vers l'autre vers l'intérieur du moule 40 et reliés l'un à l'autre par une paroi 38c de serrage des tiges 18, 22 des premier et second éléments secondaires 14, 16 du noyau 10 dans le fond de l'encoche 20, 24. De préférence, les flancs 38a, 38b sont inclinés d'un angle compris entre 10 et 30° par rapport à un plan contenant la direction longitudinale A et la direction transverse T à la direction longitudinale et passant entre les deux flancs 38a, 38b.

[0039] Comme cela est visible sur la figure 3, une pellicule de vernis 42 est interposée entre la tige 18, 22 de chacune de la partie non fonctionnelle du premier élément secondaire 14 et de la partie non fonctionnelle du second élément secondaire 16 et la paroi 38c du bossage

38 en regard. On comprend que lors de l'opération de décirage et de cuisson du moule carapace, la pellicule 42 de vernis sera éliminée donnant lieu à la formation d'un espace libre formant un jeu entre chacun du premier élément secondaire 14 et du second élément secondaire 22 et le moule carapace 40. Cet espace libre forme un moyen de maintien glissant des secondes parties non fonctionnelles des premier 14 et second 16 élément secondaires.

[0040] Si l'invention a été décrite en relation avec la coopération à glissement linéique rectiligne et rotation d'une tige dans une gorge 20, 24, on comprend que ces déplacements peuvent être obtenus d'autres façons qui entrent dans la portée de la protection.

[0041] Ainsi, dans une autre réalisation de l'invention, la tige 18 du premier élément secondaire 14 et la tige 22 du second élément secondaire 16 pourraient avoir une forme autre que circulaire, par exemple ovale, plus généralement de forme concave.

Revendications

1. Noyau (10) utilisé pour la fabrication par fonderie à la cire perdue d'une aube de turbomachine, ledit noyau s'étendant selon une direction longitudinale (L) entre un pied (11) et une tête et comprenant un élément principal (12) et au moins un premier élément secondaire (14) comportant chacun une partie fonctionnelle permettant de réaliser une face d'une géométrie finale de l'aube et une partie non fonctionnelle correspondant à une partie ne participant pas à la géométrie finale de ladite aube, **caractérisé en ce que** la partie non fonctionnelle de l'élément principal (12) et la partie non fonctionnelle dudit au moins un premier élément secondaire (14) sont assemblées et conformées de manière à coopérer en glissement l'une avec l'autre dans la direction longitudinale (L) et en rotation autour de cette direction longitudinale (L).
2. Noyau selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le glissement est un glissement linéique rectiligne et les parties non fonctionnelles sont formées à une extrémité longitudinale du noyau (10), de préférence au niveau du pied (11) du noyau (10).
3. Noyau selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ladite partie non fonctionnelle du premier élément secondaire (14) comprend une tige (18) engagée en glissement dans une première gorge (20) de la partie non fonctionnelle de l'élément principal (12).
4. Noyau selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la première gorge (20) comprend deux flancs (34, 36) latéraux s'éloignant l'un de l'autre en direction du débouché de la première gorge (20).
5. Noyau selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les flancs (34, 36) sont reliés à une paroi de fond (28) plane.
6. Noyau selon la revendication 3 à 5, **caractérisé en ce que** la tige (18) a une section circulaire.
7. Noyau selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'il** comprend un second élément secondaire (16) dont une partie non fonctionnelle comprend une tige (22) engagée en glissement longitudinal dans une seconde gorge (24) de la partie non fonctionnelle de l'élément principal (12).
8. Noyau suivant la revendication 7, **caractérisé en ce que** la seconde gorge se situe sur une face du premier élément opposée à la première gorge.
9. Noyau selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** la tige (18) du premier élément secondaire (12) et la tige (22) du second élément secondaire (16) sont symétriques l'une de l'autre par rapport à une droite (D) s'étendant longitudinalement (L), la première gorge (20) et la seconde gorge (24) débouchant dans des sens opposés selon une direction perpendiculaire (T) à la direction longitudinale (L).
10. Procédé de fabrication d'une aube au moyen d'un noyau (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la partie non fonctionnelle de l'élément principal (12) du noyau (10) est retenue dans un moule d'injection de cire par un moyen d'ancrage sur une paroi du moule.

Patentansprüche

1. Kern (10) zur Verwendung bei der Herstellung einer Turbomaschinenschaufel durch Wachsausschmelzgießen, wobei sich der Kern in einer Längsrichtung (L) zwischen einem Fuß (11) und einem Kopf erstreckt und ein Hauptelement (12) und zumindest ein erstes Nebenelement (14) aufweist, die jeweils einen funktionalen Abschnitt zum Ausbilden einer Seite einer Endgeometrie der Schaufel und einen nicht-funktionalen Abschnitt aufweisen, der einem Abschnitt entspricht, der nicht bei der Endgeometrie der Schaufel mitwirkt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der nicht-funktionale Abschnitt des Hauptelements (12) und der nicht-funktionale Abschnitt des zumindest einen ersten Nebenelements (14) so zusammengefügt und geformt sind, dass sie in der Längsrichtung (L) verschiebbar und um diese Längsrichtung (L) drehbar zusammenwirken.
2. Kern nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschiebung eine geradlinige lineare Verschiebung ist und die nicht-funktionalen Abschnitte

an einem Längsende des Kerns (10), vorzugsweise am Fuß (11) des Kerns (10), ausgebildet sind.

3. Kern nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der nicht-funktionale Abschnitt des ersten Nebenelements (14) einen Schaft (18) aufweist, der in eine erste Nut (20) des nicht-funktionalen Abschnitts des Hauptelements (12) verschiebbar eingreift.
4. Kern nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Nut (20) zwei seitliche Flanken (34, 36) aufweist, die sich in Richtung der Mündung der ersten Nut (20) voneinander entfernen.
5. Kern nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flanken (34, 36) mit einer ebenen Bodenwand (28) verbunden sind.
6. Kern nach Anspruch 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaft (18) einen kreisförmigen Querschnitt hat.
7. Kern nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** er ein zweites Nebenelement (16) aufweist, von dem ein nicht-funktionaler Abschnitt einen Schaft (22) enthält, der in eine zweite Nut (24) des nicht-funktionalen Abschnitts des Hauptelements (12) längs verschiebbar eingreift.
8. Kern nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die zweite Nut auf einer Seite des ersten Elements befindet, die der ersten Nut gegenüberliegt.
9. Kern nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaft (18) des ersten Nebenelements (12) und der Schaft (22) des zweiten Nebenelements (16) in Bezug auf eine in Längsrichtung (L) verlaufende Gerade (D) zueinander symmetrisch sind, wobei in einer Richtung (T) senkrecht zur Längsrichtung (L) die erste Nut (20) und die zweite Nut (24) in entgegengesetzten Richtungen ausmünden.
10. Verfahren zur Herstellung einer Schaufel mittels eines Kerns (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der nicht-funktionale Abschnitt des Hauptelements (12) des Kerns (10) in einer Wachs-spritzgussform durch ein Verankerungsmittel an einer Wandung der Form gehalten wird.

Claims

1. A core (10) used in manufacturing, by lost-wax casting, a turbomachine blade, the core extending along a longitudinal direction (L) between a base (11) and

a head, and one main element (12) and at least one first secondary element (14), each including a functional part allowing to achieve a face of a final geometry of the blade and a non-functional part corresponding to a part which does not participate to the final geometry of the blade, **characterized in that** the non-functional part of the main element (12) and the non-functional part of said at least one first secondary element (14) are assembled and shaped so as to cooperate with one another by sliding in the longitudinal direction (L) and rotating around the longitudinal direction (L).

2. The core of claim 1, **characterized in that** the sliding motion is a linear rectilinear sliding motion and the non-functional parts are formed at one longitudinal end of the core (10), in preference at the level of the base (11) of the core (10).
3. The core of claim 1 or 2, **characterized in that** said non-functional part of the first secondary element (14) comprises a rod (18) engaged by sliding into a first groove (20) of the non-functional part of the main element (12).
4. The core of claim 3, **characterized in that** the first groove (20) includes two lateral sidewalls (34, 36) that are spaced increasingly further apart from one another in a direction of an outlet of the groove (20).
5. The core of claim 4, **characterized in that** the sidewalls (34, 36) are connected to a substantially plane bottom wall (28).
6. The core of claim 3 to 5, **characterized in that** the rod (18) has a substantially circular cross section.
7. The core of claim 1 to 6, **characterized in that** it further comprises a second secondary element (16) of which a non-functional part comprises a rod (22) engaged by longitudinally sliding into a second groove (24) of the non-functional part of the main element (12).
8. The core of claim 7, **characterized in that** the second groove is located on a face of the main element that is opposite the first groove.
9. The core of claim 7 or 8, **characterized in that** the rod (18) of the first secondary element (12) and the rod (22) of the second secondary element (16) are symmetrical to each other with respect to a line (D) extending longitudinally (L), the first groove (20) and the second groove (24) opening into opposite directions according to a direction (T) that is perpendicular to the longitudinal direction (L).
10. A method for manufacturing a blade by means of the

core (10) of anyone of preceding claims, wherein the non-functional part of the main element (12) of the core (10) is retained in a wax injection mould by an anchoring means on a wall of the mould.

5

10

15

20

25

30

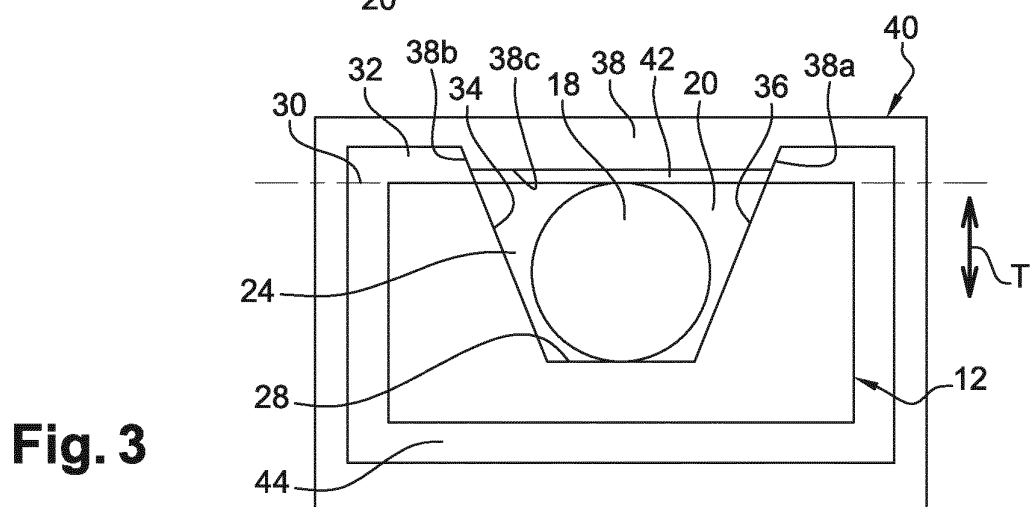
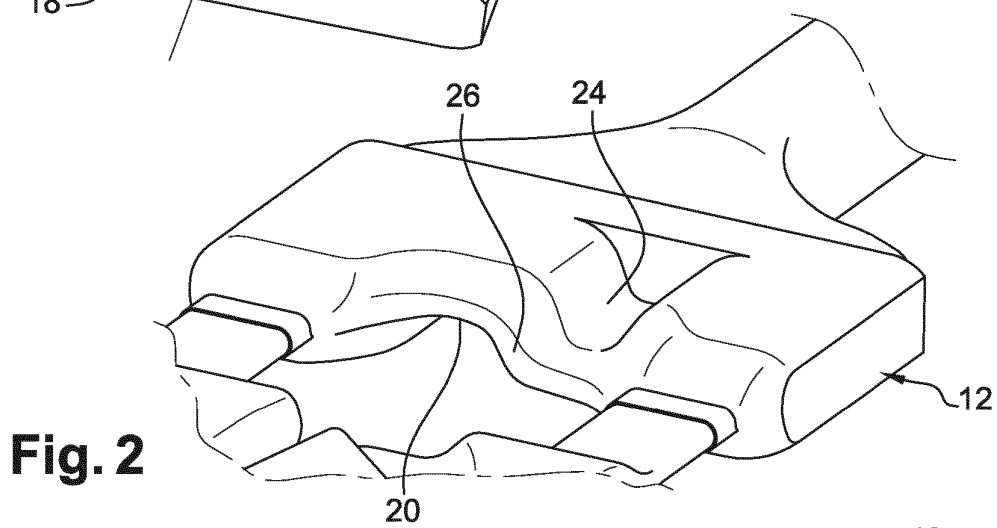
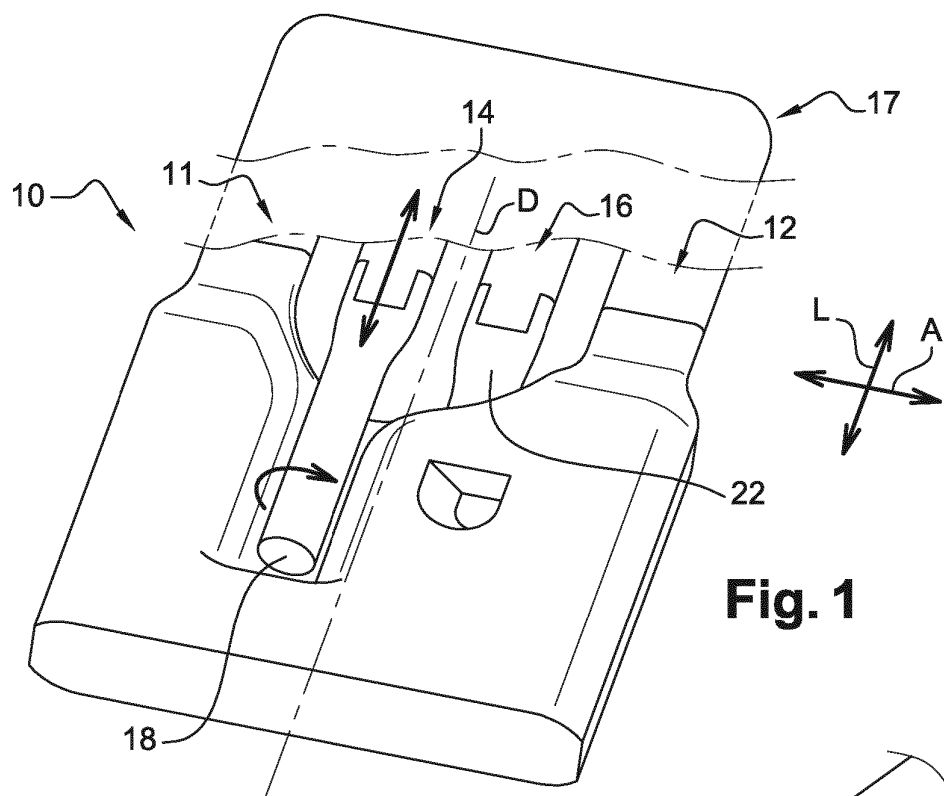
35

40

45

50

55



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2875425 [0006]
- FR 2874186 [0006]
- FR 3037829 [0006]
- WO 2013167847 A [0006]
- WO 2015026535 A [0006]
- US 5820774 A [0006]