



(43) Date de la publication internationale
14 novembre 2013 (14.11.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/167847 A2

(51) Classification internationale des brevets :
B22C 9/10 (2006.01) *B22C 23/00* (2006.01)
F01D 5/18 (2006.01) *B23P 15/04* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/051028

(22) Date de dépôt international :
7 mai 2013 (07.05.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1254350 11 mai 2012 (11.05.2012) FR
1258282 5 septembre 2012 (05.09.2012) FR

(71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2, boulevard du Général
Martial Valin, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs : TRUELLE, Franck, Edmond, Maurice;
C/O Snecma PI (AJI) Rond-point René Ravaud - Réau, F-
77550 Moissy Cramayel Cedex (FR). **BARIAUD, Chris-
tian**; C/O Snecma PI (AJI) Rond-point René Ravaud -
Réau, F-77550 Moissy Cramayel Cedex (FR). **BOUTHE-
MY, Philippe**; C/O Snecma PI (AJI) Rond-point René Ra-
vaud - Réau, F-77550 Moissy Cramayel Cedex (FR).
POURFILET, Patrick; C/O Snecma PI (AJI) Rond-point

René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy Cramayel Cedex
(FR). **VERGER, Jean-Louis, Martial**; C/O Snecma PI
(AJI) Rond-point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy
Cramayel Cedex (FR). **GRANDIN, Alain**; C/O Snecma PI
(AJI) Rond-point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy
Cramayel Cedex (FR). **QUACH, Daniel**; C/O Snecma PI
(AJI) Rond-point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy
Cramayel Cedex (FR).

(74) Mandataires : DESAIX, Anne et al.; Ernest Gut-
mann-Yves Plasseraud SAS, 3, Rue Auber, F-75009 Paris
(FR).

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

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : TOOL FOR MANUFACTURING A FOUNDRY CORE FOR A TURBINE ENGINE BLADE

(54) Titre : OUTILLAGE DE FABRICATION D'UN NOYAU DE FONDERIE POUR UNE AUBE DE TURBOMACHINE

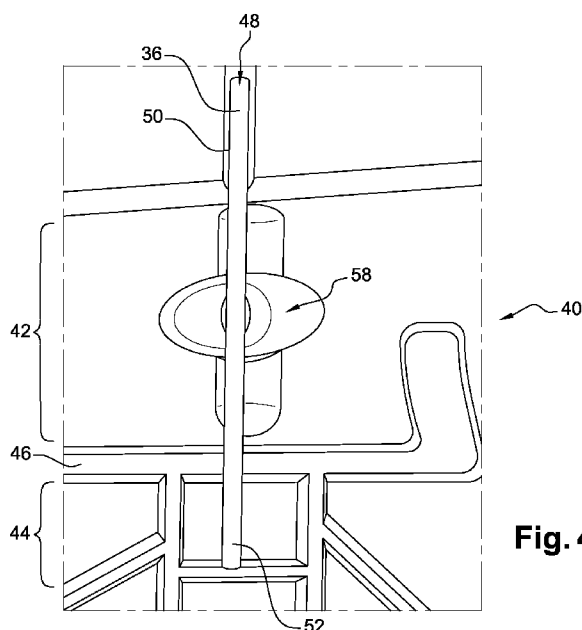


Fig. 4

(57) Abstract : The invention relates to a tool
for manufacturing a foundry core for producing
a cooling circuit for a turbine engine blade, in-
cluding a mould (40) for injecting a paste,
which comprises cavities (42, 44) for a first
portion and at least one other portion of the
core, and means (50, 54) for supporting and/or
fitting end portions of at least one ceramic rod
which connects the abovementioned portions of
the core and which passes through the cavity
for the first portion of the core, characterised in
that it includes, in the cavity for the first por-
tion of the core, a means (58) for supporting a
medial portion of the rod.

(57) Abrégé : Outillage de fabrication d'un
noyau de fonderie pour une aube de turboma-
chine Outillage de fabrication d'un noyau de
fonderie, pour la réalisation d'un circuit de re-
froidissement d'une aube de turbomachine,
comprenant un moule (40) d'injection d'une
pâte et comportant des empreintes (42, 44)
d'une première partie et d'au moins une autre
partie du noyau, et des moyens (50, 54) d'appui
et/ou d'encastrement de parties d'extrémité d'au
moins une tige céramique qui relie les parties

précitées du noyau et qui traverse l'empreinte de la première partie du noyau, caractérisé en ce qu'il comprend, dans l'empreinte de la première partie du noyau, des moyens (58) de support d'une partie médiane de la tige.



GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

Outillage de fabrication d'un noyau de fonderie pour une aube de turbomachine

La présente invention concerne un outillage de fabrication d'un
5 noyau de fonderie pour la réalisation d'un circuit de refroidissement d'une
aube de turbomachine.

Une aube de turbomachine, et en particulier d'une roue d'une turbine
de turbomachine, comporte un circuit de refroidissement qui est alimenté
en air par des orifices formés dans le pied d'aube, ces orifices débouchant
10 dans des cavités internes de l'aube qui communiquent avec une baignoire
du sommet de la pale de l'aube. Cette baignoire est formée par un
évidement du sommet de l'aube qui est séparé des cavités internes de
l'aube par une paroi de fond de baignoire et qui est en communication
fluidique avec les cavités internes par des orifices traversants de cette
15 paroi. En fonctionnement, de l'air pénètre dans les orifices du pied d'aube,
circule dans les cavités internes de l'aube puis est expulsé, en partie dans
la baignoire par les orifices précités et en partie dans la veine de la turbine
à travers des orifices de sortie d'air de la pale de l'aube.

Le circuit de refroidissement d'une aube de ce type comprend
20 notamment la baignoire, les cavités internes de l'aube, et les orifices de la
paroi de fond de baignoire qui assurent la communication fluidique entre la
baignoire et les cavités internes.

Ce circuit de refroidissement a une forme complexe et est en général
obtenu au moyen d'un noyau de fonderie qui est inséré dans un moule
25 dans lequel est coulé un métal en fusion pour la réalisation de l'aube.

Les documents EP-A1-1 661 642, EP-B1-1 754 555 et EP-A1-
1 980 343 décrivent des noyaux de ce type.

Le noyau est en général réalisé à partir d'une pâte comportant des
charges céramiques et un liant à base de polymère, qui est injectée dans
30 un moule d'un d'outillage et qui est ensuite chauffée pour solidifier le
noyau.

Dans la technique actuelle, le moule de l'outillage comprend des empreintes d'une première partie du noyau destinée à former la baignoire de l'aube, et d'une ou plusieurs autres parties du noyau destinées à former une ou plusieurs cavités internes, respectivement, de l'aube.

5 Le moule comporte une paroi séparant la première partie de l'empreinte de la ou des autres parties du noyau, cette paroi étant destinée à définir un espace dans le noyau, entre sa première et sa ou ses autres parties. Lors de la fabrication de l'aube, du métal en fusion pénètre dans cet espace du noyau pour former la paroi de fond de baignoire précitée de
10 l'aube.

Comme expliqué dans ce qui précède, cette paroi de fond de baignoire est percée d'orifices. Ces orifices sont obtenus de fonderie au moyen de tiges céramiques qui sont positionnées dans le moule, avant la fabrication du noyau, et qui font partie intégrante du noyau après sa
15 fabrication.

Chaque tige céramique relie en général la première partie du noyau à l'une des autres parties précitées (EP-B1-1 754 555).

Dans la technique actuelle, le moule de fabrication du noyau comprend des moyens d'appui et/ou d'encastrement des parties
20 d'extrémité de chaque tige. L'un de ces moyens est formé sur la paroi précitée du moule et l'autre moyen est formé sur une autre partie du moule, qui est opposée à la paroi précitée par rapport à l'empreinte de la première partie du noyau. Chaque tige traverse donc l'empreinte de la première partie du moule.

25 Le diamètre des orifices de la paroi de fond de baignoire est notamment fonction du diamètre des tiges céramiques du noyau. Pour réduire le diamètre de ces orifices, il est possible de réduire le diamètre des tiges. Cependant, on a constaté que les tiges de faible diamètre (par exemple de l'ordre de 0,6mm) sont relativement fragiles et cassent
30 fréquemment lors de l'injection de la pâte dans le moule, ce qui entraîne la mise au rebut du noyau.

La présente invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, efficace et économique à ce problème.

Elle propose à cet effet un outillage de fabrication d'un noyau de fonderie, pour la réalisation d'un circuit de refroidissement d'une aube de turbomachine, le noyau comportant une première partie destinée à définir
5 une baignoire de l'aube et au moins une autre partie destinée à définir une cavité interne de l'aube, et au moins une tige qui s'étend entre la première partie et l'autre ou chaque autre partie et qui est destinée à définir un moyen de passage de fluide entre la baignoire et la cavité interne
10 correspondant de l'aube, l'outillage comprenant un moule d'injection d'une pâte comportant des empreintes de la première partie et de l'autre ou de chaque autre partie du noyau, et des moyens d'appui et/ou d'encastrement des parties d'extrémité de la ou de chaque tige, l'un des ces moyens étant formé dans une paroi du moule séparant l'empreinte de la première partie
15 du noyau de l'empreinte de la ou de chaque autre partie du noyau, caractérisé en ce qu'il comprend, dans l'empreinte de la première partie du noyau, des moyens de support d'une partie sensiblement médiane de la ou de chaque tige.

Selon l'invention, la partie médiane de la ou de chaque tige qui est la
20 partie de la tige la plus sollicitée en flambage lors de l'injection de la pâte dans le moule, est soutenue par des moyens maintenant en position la ou chaque tige pour éviter qu'elle ne se déforme et casse sous l'effet des efforts appliqués lors de l'injection de la pâte. L'invention permet de réaliser un noyau de fonderie pour une aube de turbomachine, dont la ou les tiges
25 ont un diamètre relativement faible, inférieur à 0,8mm, et par exemple de 0,6mm environ.

Les moyens de support d'une tige peuvent être indépendants des moyens de support des autres tiges. Les moyens de support des tiges peuvent être espacés les uns des autres et les moyens de support d'une
30 tige peuvent être situés à mi-distance des moyens d'appui et/ou d'encastrement de cette tige.

Les moyens de support comprennent par exemple au moins un organe en saillie sur le fond de l'empreinte de la première partie du noyau, cet organe ayant par exemple une forme sensiblement semi-ovoïde.

Le ou chaque organe peut comprendre à son sommet une encoche
5 dans laquelle la partie médiane d'une tige est destinée à être engagée.

L'encoche peut avoir une section sensiblement en L comprenant de préférence deux faces planes et sécantes qui sont destinées à être sensiblement parallèles à l'axe longitudinal de la tige correspondante. La tige est destinée à être en appui sur chacune de ces faces via une ligne
10 d'appui qui est sensiblement parallèle à l'axe de la tige.

L'encoche peut aussi avoir une section sensiblement en U ou en C comprenant deux faces latérales planes sensiblement parallèles entre elles et à l'axe longitudinal de la tige correspondante.

Lorsque l'encoche a une forme sensiblement en L, on a constaté lors
15 de l'injection de la pâte dans l'outillage, que la pâte peut exercer une force latérale sur la tige qui peut alors se déplacer et se casser. C'est notamment le cas lorsque la pâte exerce sur la tige une force dirigée du côté où la tige n'est pas complètement soutenue par son organe de support.

Ainsi, l'encoche à section en U ou en C de chaque organe reçoit la
20 partie médiane de la tige, qui est donc soutenue de chaque côté par cet organe. Lorsque la pâte injectée dans l'outillage exerce des forces latérales sur la tige, cette tige est maintenue en position par l'organe et ne peut être déplacée ou brisée. Cette forme particulière à section en U ou en C assure un meilleur maintien que la forme en L.

25 Chacune des faces latérales de l'encoche est reliée à une face supérieure de l'organe par un bord arrondi convexe pour notamment faciliter l'insertion de la tige dans l'encoche.

La tige est ainsi destinée à être en appui sur ces faces latérales via une ligne d'appui qui est sensiblement parallèle à l'axe de la tige. En
30 variante, la tige peut être, en position de montage, à faible distance (inférieure à 0,1mm) de l'une de ces faces ou de ces deux faces.

L'une des faces de l'encoche peut être sensiblement perpendiculaire à une direction d'injection de la pâte dans le moule, et en particulier dans son empreinte de la première partie du noyau. Lors de l'injection de la pâte dans le moule, la tige est en appui sur cette face qui s'oppose au flux d'écoulement de la pâte et assure un bon maintien de la tige en position.

Lorsque la tige est à section en U ou en C, les faces latérales peuvent être sensiblement perpendiculaires à une direction d'injection de la pâte dans le moule de manière à ce que lors de l'injection de la pâte dans le moule, la tige soit en appui sur ces faces qui s'opposent au flux d'écoulement de la pâte et assurent un bon maintien de la tige en position.

Le ou chaque organe peut être formé d'une seule pièce avec le moule ou être rapporté et fixé sur ce moule.

L'outillage peut également comprendre un contre-moule qui comporte également des moyens de support d'une partie médiane de la ou de chaque tige.

Avantageusement, l'outillage selon l'invention comprend un contre-moule qui comporte des moyens d'immobilisation de la ou de chaque tige dans l'encoche de l'organe correspondant, ces moyens d'immobilisation comportant au moins une cale formée en saillie dans une empreinte du contre-moule et comportant à son sommet un doigt d'engagement dans la partie supérieure de l'encoche et/ou d'appui sur la partie de la tige logée dans cette encoche.

En position de montage du moule et du contre-moule, la ou chaque cale est destinée à venir se positionner en vis-à-vis de l'organe correspondant pour empêcher la tige de quitter l'encoche de l'organe, en particulier lorsque la pâte injectée dans l'outillage exerce sur la tige une force tendant à la déloger de l'encoche (par exemple une force dirigée du bas vers le haut). La tige est alors maintenue en position par un organe et une cale qui empêchent tout mouvement de la tige dans un plan perpendiculaire à son axe longitudinal, et limitent donc les risques de casse.

La ou chaque cale comprend de préférence des moyens d'appui et de positionnement sur le sommet de l'organe correspondant.

Le contre-moule peut comprendre un nombre de cales inférieur au nombre d'organes du moule de sorte que seulement certains des organes
5 du moule sont associés à des cales du contre-moule.

Les moyens de support peuvent comprendre au moins trois ou quatre organes en saillie. Le contre-moule peut comprendre une seule cale destinée, en position de montage, à coopérer avec un organe du moule située du côté du bord de fuite du noyau à réaliser.

10 La présente invention concerne également un procédé de fabrication d'un noyau de fonderie au moyen de l'outillage tel que décrit ci-dessus, comprenant des étapes d'injection d'une pâte comportant des charges céramiques dans l'outillage, la solidification et l'extraction du noyau, caractérisé en ce qu'il comprend une étape supplémentaire consistant,
15 après l'extraction du noyau, à combler le ou les évidements du noyau définis par les moyens de support de l'outillage, par exemple avec un matériau céramique.

Le noyau réalisé au moyen de l'outillage selon l'invention présente au moins un léger renforcement ou évidement, dans sa première partie
20 destinée à définir la baignoire de l'aube, du fait de la présence des moyens de support dans le moule. De façon simple, cet évidement est comblé avec un matériau proche de celui du noyau.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la
25 description qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'une aube de rotor d'une turbomachine ;
- la figure 2 est une vue schématique en coupe selon la ligne II-II de la
30 figure 1 et représente un circuit de refroidissement de l'aube ;

- la figure 3 est une vue très schématique d'un noyau de fonderie pour la réalisation d'une aube de turbomachine ;
- les figures 4 et 5 sont des vues schématiques partielle et en perspective de l'outillage selon l'invention de fabrication par moulage d'un noyau de fonderie, cet outillage portant une tige en céramique du noyau ; et
- la figure 6 est une vue schématique partielle et en perspective d'un autre outillage selon l'invention de fabrication par moulage d'un noyau de fonderie, cet outillage portant quatre tiges en céramique du noyau ;
- la figure 7 est une vue similaire à celle de la figure 5 et représentant un outillage selon l'invention de fabrication par moulage d'un noyau de fonderie ;
- la figure 8 est une vue très schématique en perspective des organes de support des tiges dans un outillage selon l'invention, et comprend également une vue schématique en coupe transversale du noyau à former dans cet outillage ;
- la figure 9 est une vue à plus grande échelle d'une partie de la figure 8 et montre également une cale d'un contre-moule de l'outillage ; et
- la figure 10 est une vue en coupe selon la ligne X-X de la figure 9.

On se réfère d'abord à la figure 1 qui représente une aube de rotor d'un compresseur ou d'une turbine de turbomachine, cette aube de rotor comprenant une pale 12 reliée par une plate-forme 14 à un pied 16.

L'aube 10 comprend un circuit interne de refroidissement qui est partiellement visible en figure 2, ce circuit étant alimenté en air par des orifices 18 du pied d'aube 16. Ces orifices débouchent dans des cavités internes 20 de l'aube dans lesquelles circule l'air de refroidissement de l'aube. Cet air est ensuite expulsé par des orifices 22 du bord de fuite de la pale 12 et par des orifices 24 du sommet de la pale.

Les orifices 24 du sommet de pale débouchent dans une baignoire 26 qui est formée par un renforcement au sommet de la pale 12 et qui est séparée des cavités internes 20 par une paroi 28 de fond de baignoire, dans laquelle sont formés les orifices 24 précités.

Le circuit de refroidissement de l'aube 10 est obtenu de fonderie au moyen d'un noyau qui est monté dans le moule carapace en céramique dans lequel est coulé un alliage métallique en fusion. Après solidification et extraction de l'aube, le noyau est supprimé par exemple par attaque chimique.

La figure 3 représente de manière très schématique un noyau 30 de ce type, ce noyau 30 comportant une première partie 32 destinée à former la baignoire 26 de l'aube, d'autres parties 34 destinées respectivement à former les cavités internes 20 de l'aube, et des tiges céramiques 36 reliant chacune la première partie 32 à l'une des autres parties 34.

La première partie 32 du noyau 30 a une forme et des dimensions complémentaires de celles de la baignoire 26 à former et les autres parties 34 ont également une forme et des dimensions complémentaires de celles des cavités 20 à former.

Les tiges céramiques 36 assurent deux fonctions, la liaison mécanique entre les différentes parties du noyau 30 et le maintien de ces parties dans des positions prédéterminées et avec des espacements prédéterminés. Comme cela est visible en figure 3, la première partie 32 du noyau est séparée des autres parties 34 par un espace 38 dont l'épaisseur dépend de la longueur des parties de tiges 36 s'étendant entre la première partie et les autres parties du noyau.

Lors de la coulée de l'alliage en fusion dans le moule carapace en céramique, une partie de cet alliage est destinée à pénétrer dans l'espace 38 du noyau 30 pour former la paroi 28 de fond de baignoire, dont l'épaisseur est imposée par l'épaisseur de l'espace 38.

Les tiges céramiques 36 du noyau 30 sont destinées à former les orifices 24 de la paroi 28, qui assurent la communication fluidique entre la baignoire 26 et les cavités internes 20 de l'aube. Le diamètre de ces orifices 24 est notamment fonction du diamètre des tiges céramiques 36 du noyau 30.

Ces tiges céramiques 36 sont montées dans le moule de l'outillage de fabrication du noyau, avant l'injection de la pâte dans ce moule. Dans la technique antérieure, le moule comprend une première empreinte de la première partie 32 et une seconde empreinte des autres parties 34 du noyau 30, ces empreintes étant séparées l'une de l'autre par une paroi qui est destinée à former l'espace 38 précité du noyau.

Les tiges céramiques 36 sont montées dans le moule de sorte qu'elles traversent intégralement la première empreinte, une partie d'extrémité de chaque tige étant encastrée dans un évidement du moule et la partie d'extrémité opposée de la tige s'étendant dans la seconde empreinte du moule et étant en appui sur la paroi précitée du moule.

Comme expliqué dans ce qui précède, on a constaté que les tiges céramiques 36, en particulier celles de faible diamètre (par exemple de l'ordre de 0,6mm), ont tendance à se casser lors de l'injection de la pâte dans le moule, ce qui entraîne la mise au rebut du noyau.

La présente invention apporte une solution à ce problème grâce à des moyens de support des parties médianes des tiges céramiques montées dans le moule de l'outillage.

Les figures 4 et 5 représentent un mode de réalisation de l'outillage selon l'invention, cet outillage comportant un moule 40 comprenant une première empreinte 42 de la première partie 32 du noyau 30 et une seconde empreinte 44 des autres parties 34 du noyau, ces empreintes 42, 44 étant séparées l'une de l'autre par une paroi 46 qui est destinée à former au moins une partie de l'espace 38 précité du noyau.

Une seule tige céramique 36 est représentée aux figures 4 et 5, cette tige comportant une partie d'extrémité 48 encastrée dans un évidement 50 du moule et une partie d'extrémité 52 opposée s'étendant dans la seconde empreinte 44 du moule et étant en appui sur la paroi 46 du moule.

La paroi 46 du moule comporte une encoche 54 à section en U ou en C sensiblement complémentaire de celle d'une partie de la tige 36, qui

est sensiblement cylindrique dans l'exemple représenté. L'évidement 50 du moule 40 a également une forme sensiblement complémentaire de celle de la tige 36. Ceci évite que de la pâte passe entre la tige 36 et les parois de l'encoche 54 et de l'évidement 50, lors de son injection dans le moule 40.

- 5 L'outillage selon l'invention peut comporter un contre-moule, non représenté, qui comporte également une première empreinte de la première partie 32 du noyau 30 et une seconde empreinte des autres parties 34 du noyau, ces empreintes étant séparées l'une de l'autre par une paroi qui est destinée à former une partie de l'espace 38 précité du noyau.
- 10 Cette paroi du contre-moule a un bord libre de forme complémentaire de celle du bord libre de la paroi 46 du moule, de sorte que ces parois soient alignées l'une avec l'autre et s'encastrent l'une dans l'autre au montage de l'outillage. Comme cela est visible en figure 5, la paroi 46 peut comporter des moyens 56 en saillie destinés à coopérer par liaison de formes avec
- 15 des moyens complémentaires de la paroi du contre-moule pour assurer un bon positionnement des parois au montage.

- Comme cela est visible aux figures 4 et 5, la partie médiane de la tige 36 s'étend à travers la première empreinte 42 du moule 40. Selon l'invention, des moyens de support 58 sont prévus dans cette empreinte 42
- 20 pour supporter la partie médiane de la tige 36 et la maintenir en position afin de limiter ses déformations lors de l'injection de la pâte dans le moule.

- Dans l'exemple représenté, les moyens de support de la tige comprennent un organe 58 en saillie sur le fond de la première empreinte 42 du moule, cet organe étant situé sensiblement à mi-distance de
- 25 l'évidement 50 et de l'encoche 54 du moule.

Cet organe 58 peut être rapporté et fixé sur le moule 40, comme c'est le cas dans l'exemple représenté, ou bien être formé d'une seule pièce avec le moule. Il peut être réalisé dans le même matériau que le moule, c'est-à-dire en alliage métallique.

- 30 L'organe 58 a ici une forme semi-ovoïde et présente à son sommet une encoche 60 de montage de la tige 36. Comme cela est visible en figure

5, cette encoche a en section une forme en L et comprend deux faces 62, 64 planes et sécantes qui s'étendent sensiblement parallèlement à l'axe longitudinal de la tige 36, lorsque cette dernière est montée dans le moule. Ces faces 62, 64 forment un angle de l'ordre de 90 degrés.

5 La tige céramique 36 est destinée à être en appui sur ces faces 62, 64 par des lignes d'appui, sensiblement parallèles à l'axe de la tige.

La pâte est injectée dans le moule et est destinée à s'écouler dans la première empreinte 42 du moule selon la direction indiquée par la flèche 66. La face 64 de l'encoche 60 est sensiblement perpendiculaire à cette direction, ce qui permet de retenir efficacement la tige 36 en position
10 lorsque la pâte s'écoule autour de la tige, et de limiter ses déformations.

La figure 6 représente un autre mode de réalisation de l'invention dans lequel le moule de l'outillage comprend des moyens 58 de support de quatre tiges céramiques 36, ces moyens de support étant similaires à ceux décrits dans ce qui précède et étant indépendants et à distance les uns des autres.
15

Après fabrication, le noyau 30 comporte dans sa première partie 32 autant d'évidements que de moyens de support présents dans le moule de fabrication de ce noyau. Dans le cas des figures 4 et 5, le noyau
20 comportera un évidement et, dans les cas de la figure 6, le noyau comportera quatre évidements. Ces évidements ont des formes complémentaires de celles des moyens de support. La présente invention propose un procédé comprenant une étape dans lequel ces évidements sont comblés avec un matériau céramique de rechargement dont la composition est de préférence proche de celle du matériau du noyau.
25

Comme indiqué précédemment, la pâte injectée dans le moule de la figure 5 peut exercer une force sur la tige 36 dans une direction opposée à celle de la flèche 66. Du fait de la forme de l'encoche 60 de l'organe 58, la tige n'est pas soutenue par l'organe du côté opposé à la face 64 et peut
30 donc se déplacer voire se casser sous l'effort exercé par la pâte.

Les modes de réalisations décrits ci-après remédient à cet

inconvénient particulier grâce à un organe de support dont l'encoche de réception de la tige a en section une forme en U ou en C.

La figure 7 représente un premier mode de réalisation dans lequel les éléments déjà décrits dans ce qui précède sont désignés par les
5 mêmes références.

L'organe 58 diffère de celui représenté en figure 5 en ce que son encoche 60' comprend deux faces latérales 64, 65 qui sont sensiblement parallèles entre elles et à l'axe longitudinal de la tige 36 et dont les extrémités inférieures sont reliées entre elles par une face 62 du fond de
10 l'encoche.

En position de montage représentée en figure 7, la tige 36 est destinée à être en appui sur les faces 62, 64 et 65. Toutefois, du fait des tolérances de fabrication des pièces, un jeu de quelques dixièmes ou centièmes de millimètres peut exister entre la tige et les faces 62, 64 et 65.

15 La tige 36 est ainsi soutenue de chaque côté par l'organe 58 et est maintenue en place même si la pâte injectée dans l'outillage exerce sur la tige des forces latérales sur les deux côtés de la tige (flèches 66 et 66').

Les figures 8 à 10 représentent une variante de réalisation de l'invention dans laquelle l'outillage comprend quatre tiges 36, dont les
20 parties médianes sont supportées par des organes comportant des encoches 60' à section en U ou en C de logement des tiges.

Dans l'exemple représenté, les faces latérales 64, 65 de l'encoche 60' de chaque organe 58 sont reliées par des bords 70 arrondis convexes à des faces supérieures 72 de l'organe (figures 9 et 10). Les faces 64, 65
25 sont ici légèrement inclinées l'une par rapport à l'autre, ces faces étant plus écartées l'une de l'autre à leurs extrémités supérieures qu'à leurs extrémités inférieures.

Le contre-moule (non représenté) de l'outillage comprend une cale 74 qui est formée en saillie dans une empreinte du moule et qui, en position
30 de montage, est destinée à être en regard de l'un des organes 58 du moule 40.

Cette cale 74 a une forme allongée dont le sommet comporte un doigt 76 qui est destiné à être engagé dans la partie supérieure de l'encoche 60' de l'organe 58 et à prendre appui sur la partie médiane de la tige 36.

- 5 Comme cela est visible en figure 10, le sommet de la cale 74 a une forme sensiblement complémentaire du sommet de l'organe 58 et prend appui sur les faces 72 supérieures précitées de cet organe.

- Une section 78 du noyau à former est schématiquement représentée aux figures 8 à 10. La cale 74 du contre-moule coopère avec un organe 58
10 du moule qui est situé du côté du bord de fuite du noyau. La cale 74 empêche la tige 36 supportée par cet organe 58 de se déplacer et de sortir de l'encoche de cet organe car on a constaté que la pâte injectée dans l'outillage peut exercer une force sur cette tige dirigée du bas vers le haut et susceptible de déloger la tige de l'encoche de l'organe. La pâte injectée
15 dans l'outillage n'exerce pas une telle force sur les tiges 36 supportées par les autres organes 58, qui peuvent donc ne pas être associées à des cales 74 du contre-moule.

- Comme cela est visible dans les dessins, les organes 58 ont de préférence des profils extérieurs arrondis de façon à assurer une fonction
20 de déviation et d'amortissement de l'effort du flux de pâte subi par les tiges 36.

REVENDICATIONS

1. Outillage de fabrication d'un noyau (30) de fonderie, pour la réalisation d'un circuit de refroidissement d'une aube (10) de turbomachine,
5 le noyau comportant une première partie (32) destinée à définir une baignoire (26) de l'aube et au moins une autre partie (34) destinée à définir une cavité interne (20) de l'aube, et au moins une tige (36) qui s'étend entre la première partie et l'autre ou chaque autre partie et qui est destinée à définir un moyen (24) de passage de fluide entre la baignoire et la cavité
10 interne correspondante de l'aube, l'outillage comprenant un moule (40) d'injection d'une pâte et comportant des empreintes (42, 44) de la première partie et de l'autre ou de chaque autre partie du noyau, et des moyens (50, 54) d'appui et/ou d'encastrement des parties d'extrémité de la ou de chaque tige du noyau, l'un des ces moyens étant formé dans une paroi (46)
15 du moule séparant l'empreinte de la première partie du noyau de l'empreinte de la ou de chaque autre partie du noyau, caractérisé en ce qu'il comprend, dans l'empreinte de la première partie du noyau, des moyens (58) de support d'une partie sensiblement médiane de la ou de chaque tige.
- 20 2. Outillage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens (58) de support d'une tige (36) sont indépendants des moyens de support de l'autre ou des autres tiges.
3. Outillage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de support comprennent au moins un organe (58) en saillie sur le
25 fond de l'empreinte (42) de la première partie (32) du noyau (30).
4. Outillage selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'organe (58) comprend à son sommet une encoche (60, 60') dans laquelle la partie médiane d'une tige (36) est destinée à être engagée.
5. Outillage selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'encoche
30 (60) a une section sensiblement en forme de L.
6. Outillage selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'encoche

(60) comprend deux faces (62, 64) planes et sécantes qui sont destinées à être sensiblement parallèles à l'axe longitudinal de la tige (36) correspondante.

7. Outillage selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'encoche (60') a une section sensiblement en forme de U ou de C.

8. Outillage selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'encoche (60') comprend deux faces latérales (64, 65) planes sensiblement parallèles entre elles et à l'axe longitudinal de la tige (36) correspondante.

9. Outillage selon la revendication 8, caractérisé en ce que chacune des faces latérales (64, 65) de l'encoche est reliée à une face supérieure (72) de l'organe par un bord arrondi (70) convexe.

10. Outillage selon la revendication 5 à 9, caractérisé en ce que l'une des faces (64, 65) de l'encoche (60, 60') est sensiblement perpendiculaire à une direction (66) d'injection de la pâte dans le moule (40).

11. Outillage selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que l'organe (58) est formé d'une seule pièce avec le moule (40) ou est rapporté et fixé sur ce moule.

12. Outillage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un contre-moule qui comporte également des moyens de support d'une partie médiane de la ou de chaque tige (36).

13. Outillage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un contre-moule qui comporte des moyens d'immobilisation de la ou de chaque tige (36) dans l'encoche de l'organe correspondant, ces moyens d'immobilisation comportant au moins une cale (74) formée en saillie dans une empreinte du contre-moule et comportant à son sommet un doigt (76) d'engagement dans la partie supérieure de l'encoche et/ou d'appui sur la partie de la tige logée dans cette encoche.

14. Outillage selon la revendication 13, caractérisé en ce que la ou chaque cale (74) comprend des moyens d'appui et de positionnement sur le sommet de l'organe (58) correspondant.

15. Outillage selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce que le

contre-moule comprend un nombre de cales (74) inférieur au nombre d'organes (58) du moule de sorte que seulement certains des organes du moule sont associés à des cales du contre-moule.

16. Outillage selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé en ce
5 que le contre-moule comprend une seule cale (74).

17. Outillage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de support comprennent au moins trois ou quatre organes (58) en saillie.

18. Outillage selon l'une quelconque des revendications 3 à 17 prises
10 ensemble, caractérisé en ce que le ou chaque organe (58) en saillie a une forme sensiblement ovoïde et/ou des profils extérieurs arrondis aptes à dévier et à amortir l'effort du flux de pâte subi par les tiges (36).

19. Procédé de fabrication d'un noyau (30) de fonderie au moyen de
l'outillage selon l'une des revendications précédentes, comprenant des
15 étapes d'injection d'une pâte comportant des charges céramiques dans l'outillage, la solidification et l'extraction du noyau, caractérisé en ce qu'il comprend une étape supplémentaire consistant, après l'extraction du noyau, à combler l'évidement du noyau défini par les moyens de support de l'outillage, par exemple avec un matériau céramique.

1/5

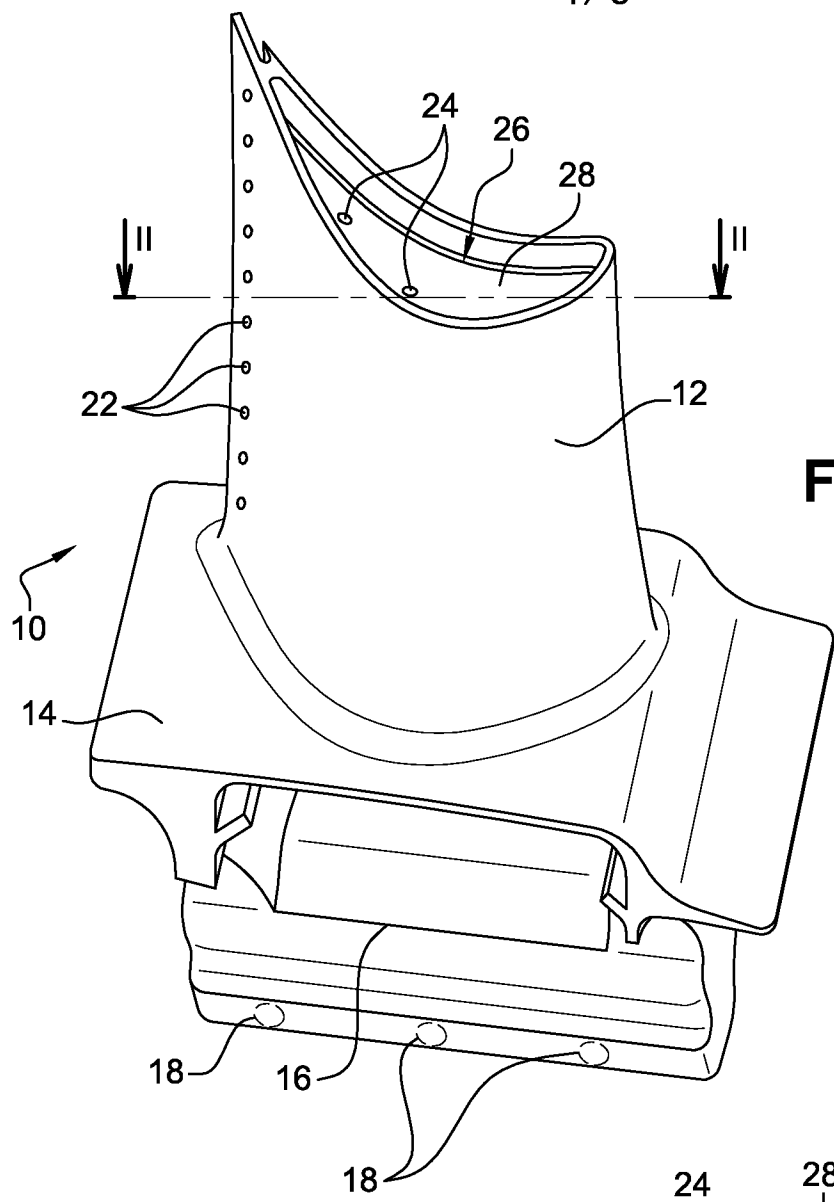


Fig. 1

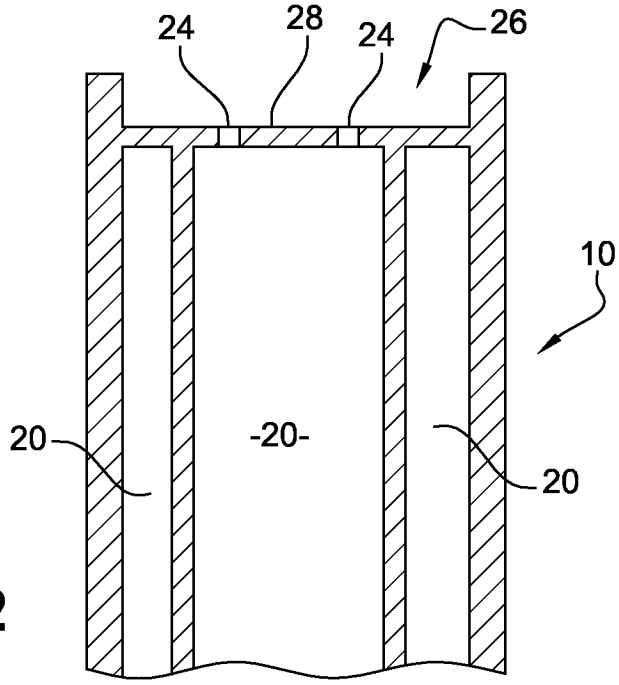


Fig. 2

2 / 5

Fig. 3

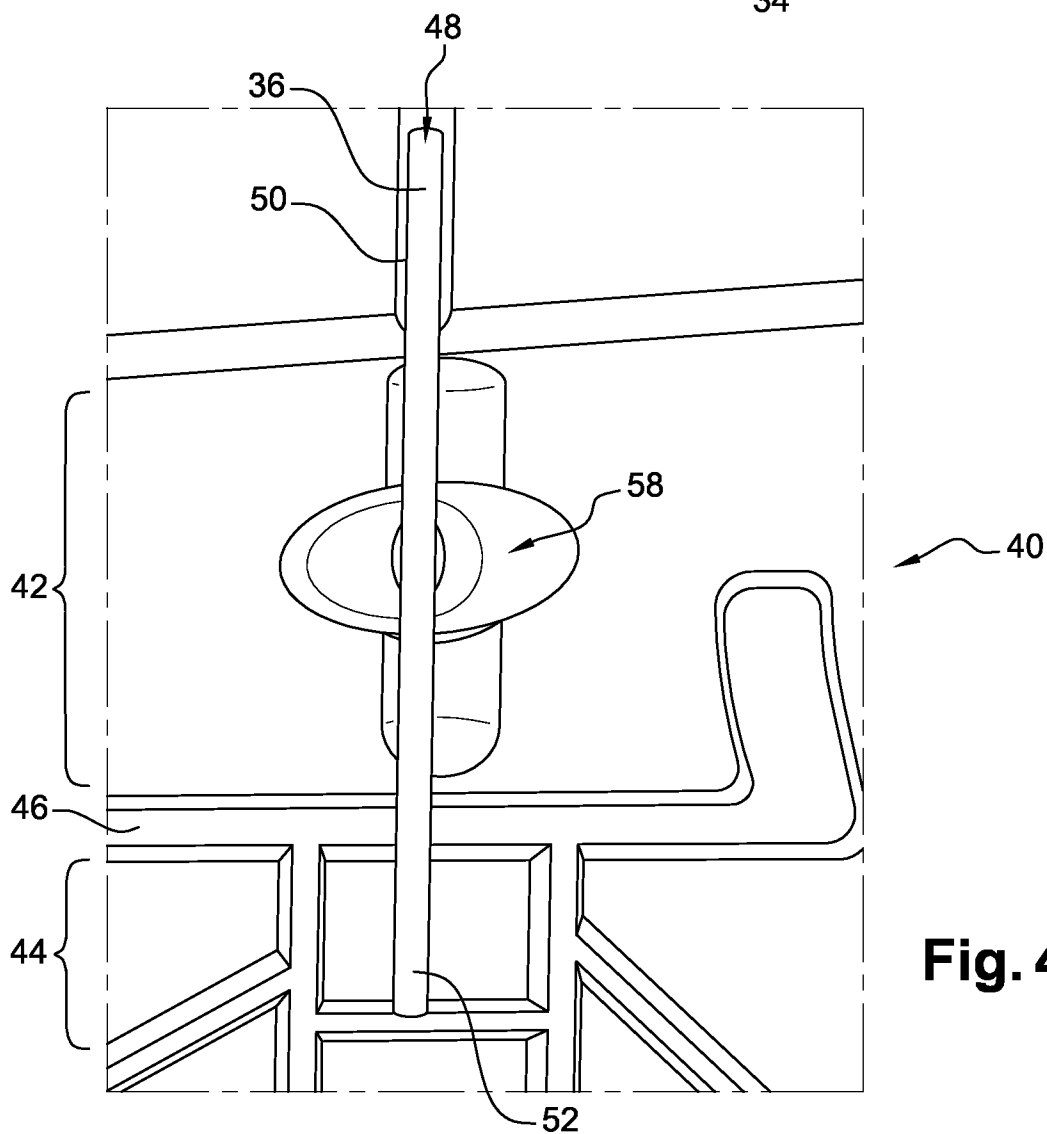
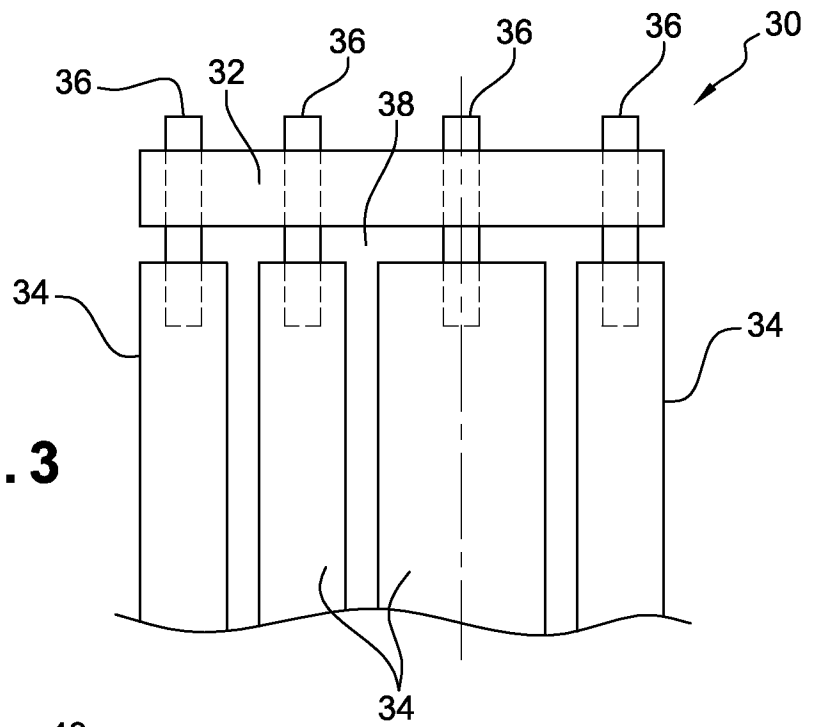


Fig. 4

3 / 5

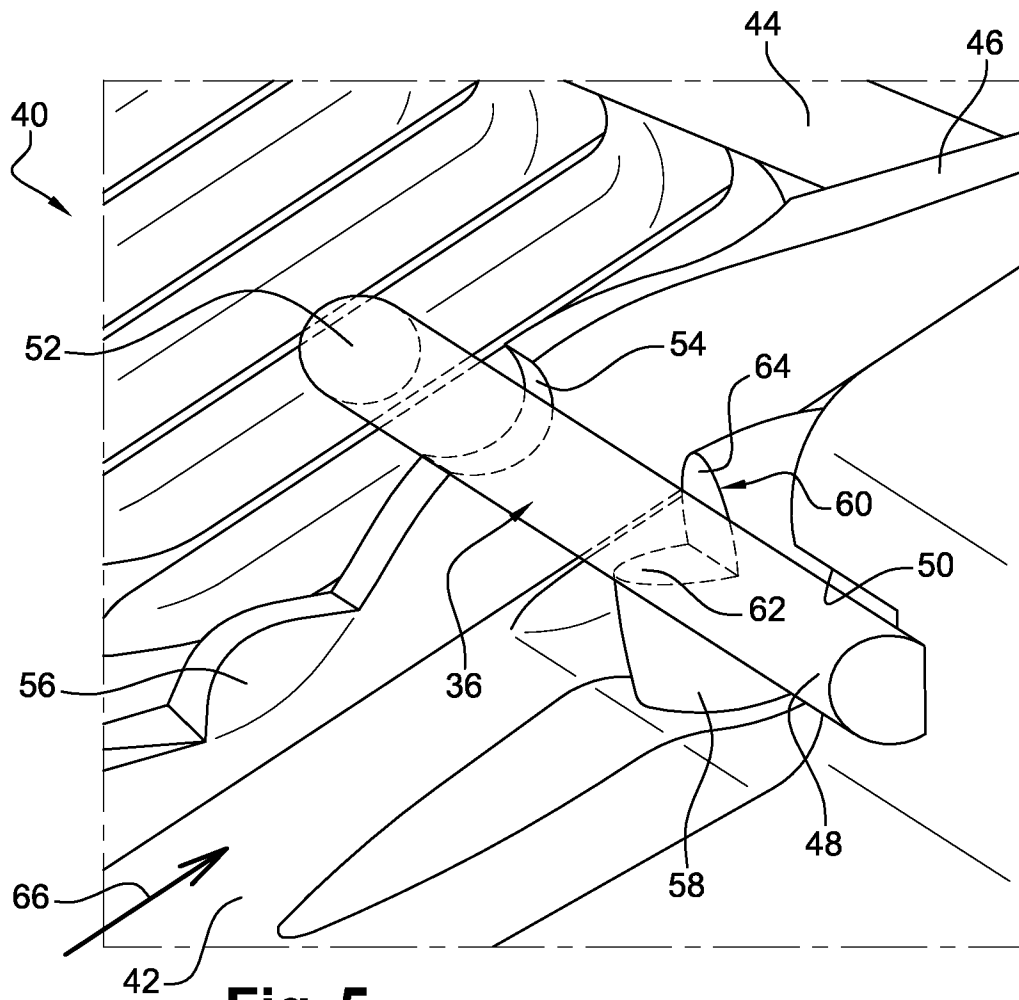


Fig. 5

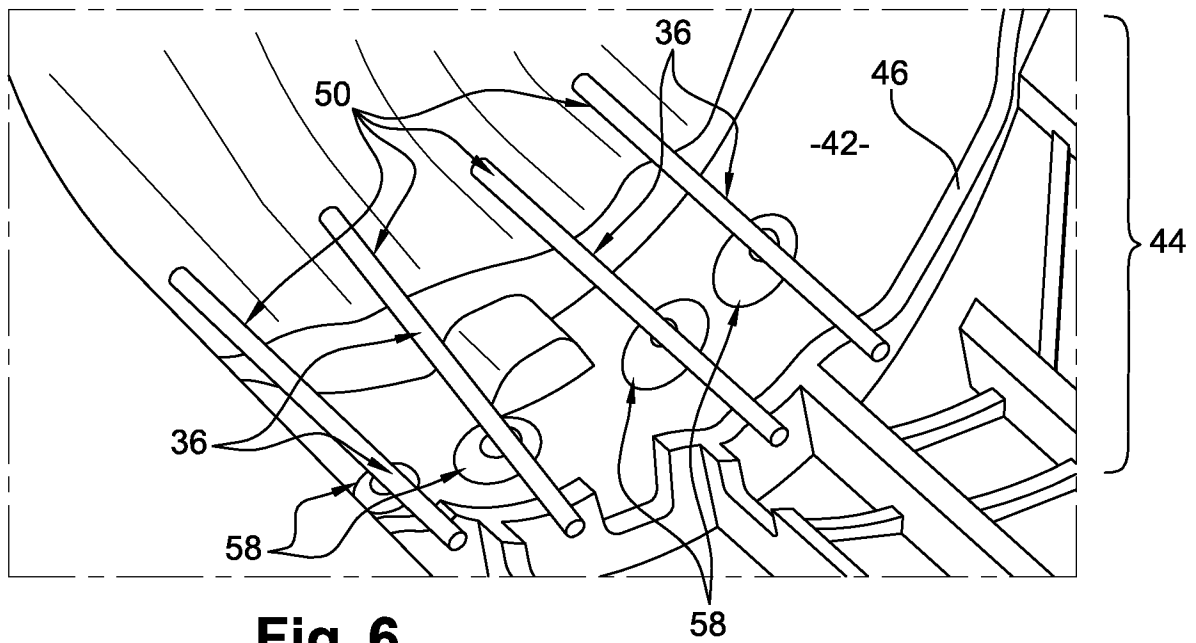


Fig. 6

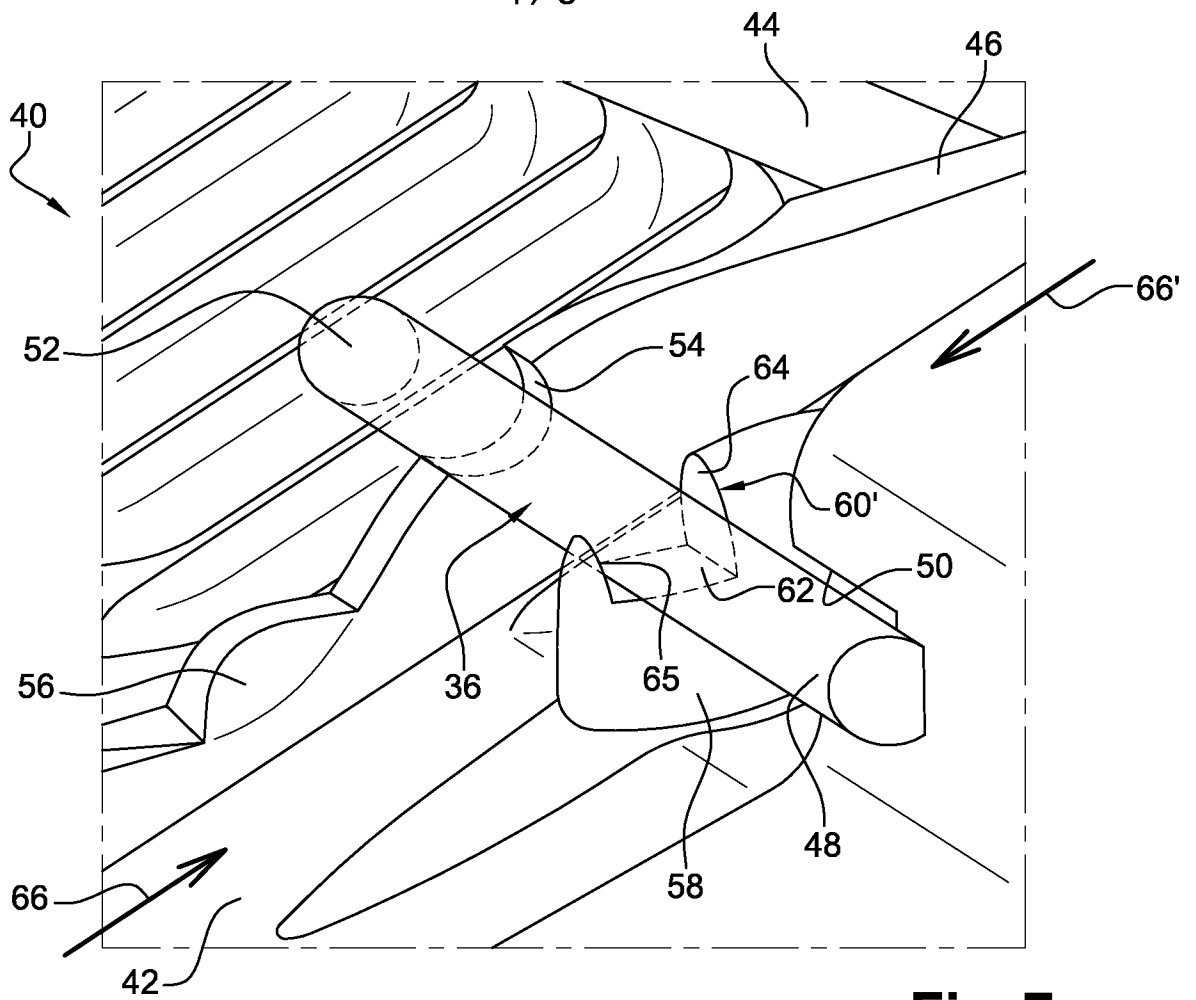


Fig. 7

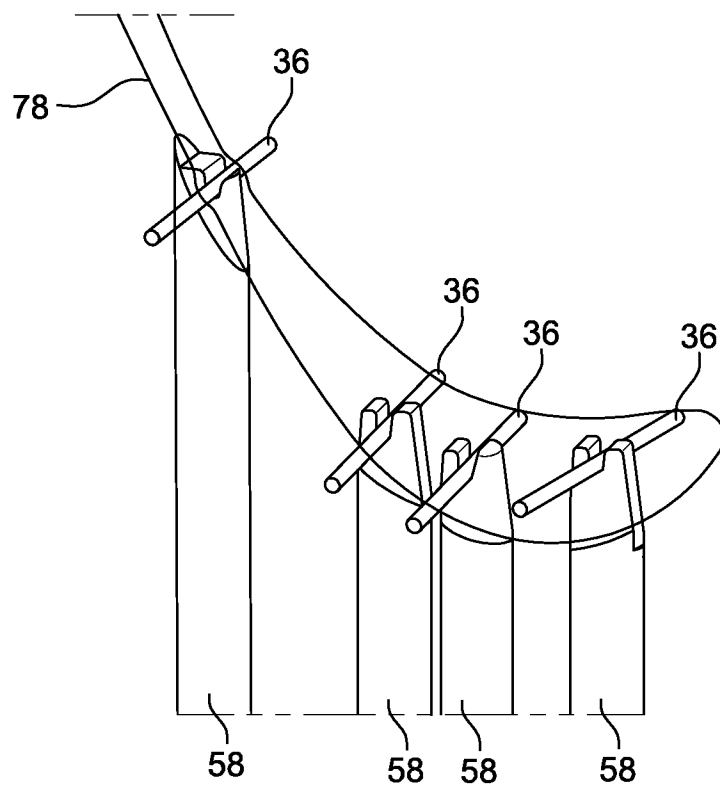


Fig. 8

5 / 5

