

(19)



(11)

EP 2 307 157 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
05.09.2018 Bulletin 2018/36

(51) Int Cl.:
B22C 9/04 (2006.01) B22C 9/10 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09737069.6**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2009/051415

(22) Date de dépôt: **16.07.2009**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2010/007322 (21.01.2010 Gazette 2010/03)

(54) PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PIECE D'AUBAGE

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER SCHAUFELKOMPONENTE

METHOD OF MANUFACTURING A BLADING COMPONENT

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

(30) Priorité: **16.07.2008 FR 0854845**

(43) Date de publication de la demande:
13.04.2011 Bulletin 2011/15

(73) Titulaire: **Safran Aircraft Engines
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **ALQUIER, Damien
F-75016 Paris (FR)**
• **DIGARD BROU DE CUISSART, Sébastien
F-75020 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **Gevers & Orès
41 avenue de Friedland
75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
DE-B3-102005 013 464 US-A- 4 244 222

EP 2 307 157 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 porte sur la fabrication des aubages métalliques de turbomachines, plus particulièrement de pièces présentant des cavités internes et des trous ou orifices faisant communiquer ces cavités avec l'extérieur des aubages.

[0002] De tels aubages sont en général fabriqués par coulée de pièces d'aubage individuelles constituant chacune un secteur d'aubage, selon une technique de fonderie à cire perdue, bien connue en soi. Cette technique illustrée par le brevet FR 2874186 passe par la réalisation d'un modèle en cire ou autre matériau équivalent qui comprend une pièce interne formant un noyau de fonderie et figurant les cavités de l'aubage. On utilise pour former le modèle un moule d'injection pour cire dans lequel on place le noyau et on y injecte la cire. Le modèle en cire est ensuite trempé plusieurs fois dans des barbotines constituées d'une suspension de particules en céramique pour confectionner un moule carapace. On élimine la cire et on cuit le moule carapace. On obtient l'aubage en coulant un métal en fusion qui vient occuper les vides entre la paroi intérieure du moule carapace et le noyau.

[0003] Dans un étage de distributeurs à basse pression de turbomachine, une partie des aubes ou pales comporte une cavité interne et une série de trous faisant communiquer cette cavité avec l'extérieur de l'aube. Cette cavité et cette série de trous permettent la mise en place de sondes de détection de température, désignées sondes EGT - 'Exhaust Gas Temperature'. A titre d'exemple, pour un distributeur basse pression d'une turbomachine type de l'état de l'art, comprenant 18 secteurs ou segments d'aubage, une aube de chaque secteur comprenant 8 aubes est pourvue d'une cavité interne et d'une série de trous.

[0004] Le document US 4244222 décrit une aube de turbomachine dans laquelle on a aménagé sur le bord d'attaque un logement destiné à l'implantation d'une sonde.

[0005] Les sondes de températures dans cette zone particulière de la turbomachine servent à la surveillance du bon fonctionnement et de l'usure du moteur.

[0006] Selon la technique actuelle, la cavité de ces aubages devant recevoir une sonde de température est réalisée par la mise en place de noyaux munis de tenons supérieurs et inférieurs, formant, lors de la coulée du métal, des orifices dans la plate forme extérieure et dans la plateforme intérieure de la pièce ; l'orifice de la plateforme extérieure est destiné à recevoir ou être en communication avec la sonde de température, tandis que l'orifice de la plateforme intérieure ne sert qu'au maintien en place du noyau lors de la coulée du métal, et nécessite donc la mise en place d'une plaquette d'obturation, brisée lors de la finition du secteur d'aubage.

[0007] Les trous de communication entre la cavité de la pale de l'aube recevant la sonde et l'extérieur de l'aubage sont réalisés par perçage / usinage (notamment

par usinage par électroérosion ou usinage EDM) après coulée de la pièce.

[0008] Cette manière de procéder implique donc une opération additionnelle, qui de surcroît engendre une zone brûlée autour du trou ayant des propriétés mécaniques inadéquates.

[0009] La présente invention a pour objectif de fournir un procédé de fabrication de pièces d'aubage métalliques évitant ces inconvénients.

[0010] L'invention propose à cet effet un procédé de fabrication d'un secteur d'aubage métallique pour distributeur basse pression de turbomachine dont une aube au moins comprend une cavité interne destinée à recevoir ou communiquer avec une sonde de détection des gaz et au moins un trou, ménagé dans la paroi, constituant un passage de gaz de la zone basse pression de la turbomachine vers ladite cavité et la sonde par la mise en place, dans un moule de coulée, d'un noyau correspondant à ladite cavité et coulée d'un métal fondu dans la cavité dudit moule de coulée. Ce procédé est caractérisé par le fait que ledit noyau comprend, pour chaque trou de communication de ladite cavité, une protubérance pénétrant dans la surface interne du moule et constituant le seul élément de maintien du noyau dans le moule de coulée.

[0011] Selon l'invention cette sonde de détection constitue, de manière préférée, une sonde de détection de température, plus particulièrement une sonde de détection de température de type EGT.

[0012] Conformément à un autre aspect préféré de l'invention, le procédé opère plus particulièrement selon une technique de fonderie à cire perdue, en produisant un moule carapace dans lequel le noyau est mis en place, le moule carapace constituant le moule de coulée.

[0013] Selon encore une particularité préférée de l'invention, la base des protubérances du noyau de coulée comprend un 'rayonnage' ou arrondi, réalisant un rayonnage à la base du trou de coulée, permettant ainsi d'éviter la formation de criques ou autres micro fissures non détectables lors de contrôles à la fabrication, lors de la coulée.

[0014] Selon encore un autre aspect préféré de l'invention, le noyau de coulée comprend plusieurs protubérances (par exemple entre 3 et 8 protubérances, de préférence 5) constituant les seuls éléments de maintien du noyau dans le moule de coulée, tandis qu'un orifice destiné à l'introduction d'une sonde dans la cavité dans au moins une aube de la pièce d'aubage est obtenu par perçage de ladite pièce en prolongement de la cavité.

[0015] On obtient de cette manière une pièce d'aubage avec une aube ayant une cavité et plusieurs trous (par exemple entre 3 et 8 trous, de préférence 5).

[0016] Selon un mode de réalisation particulièrement intéressant de ce dernier aspect préféré de l'invention, il est possible de produire un seul modèle de pièces d'aubage / secteurs d'aubage pour l'ensemble du distributeur, tandis que seuls les secteurs d'aubage destinés à recevoir une sonde sont percés en prolongement de

la cavité. Cela permet de réaliser des économies importantes du point de vue du procédé de production et de la gestion des stocks.

[0017] Le nouveau procédé selon l'invention présente les avantages suivants par rapport au procédé selon la technique existante :

- une économie résultant de la suppression de l'opération de perçage par électroérosion des trous (cinq) dans l'aubage à cavité interne et une économie résultant de la suppression de rebuts associés à cette opération délicate;
- la suppression de l'opération de brasage d'une plaque d'obturation sur le trou de sortie inférieure du noyau actuel.

[0018] D'autres détails et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description de deux modes de réalisation de secteurs d'aubages pour distributeur basse pression d'une turbomachine, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente un secteur d'aubage type pour distributeur basse pression d'une turbomachine;
- les figures 2a et 2b représentent, schématiquement, deux étapes de fabrication d'un secteur d'aubage selon la technique actuelle;
- la figure 3 représente un noyau de coulée tel qu'utilisé actuellement avant l'invention;
- les figures 4a et 4b représentent, schématiquement, la fabrication d'un secteur d'aubage selon l'invention;
- la figure 5 représente un noyau de coulée selon l'invention;
- la figure 6 montre, en agrandissement, la base rayonnée de l'une des protubérances du noyau selon la figure 5;
- la figure 7 représente la coupe d'une pale ou aube à cavité et trou, selon l'invention, montrant la forme rayonnée du trou.

[0019] Les figures illustrent la fabrication d'un secteur d'aubage 1 pour distributeur basse pression d'une turbomachine, tel que représenté à la figure 1. Le secteur 1 est composé d'aubes 4, six sur la figure 1, disposées radialement entre une plateforme intérieure 8 et une plateforme radialement extérieure 7. Les deux plateformes délimitent la veine de gaz dans laquelle les pales des aubes assurent le guidage du flux gazeux. Les secteurs une fois assemblés forment une roue de distributeurs. Le secteur représenté est un secteur des étages à basse pression de la turbomachine. Les pales sont pleines à l'exception ici d'une pale dont la fonction est de permettre le prélèvement de gaz pour assurer la mesure de leur température. Il s'agit de la mesure dite EGT. La pale de la première aube sur ce secteur est percée d'orifices (9) mettant la veine de gaz en communication avec sa cavité

interne.

[0020] Comme l'illustre la figure 2a représentant schématiquement un modèle de fonderie d'un secteur d'aubage, le modèle de l'une des pales est pourvu d'un noyau 2. Le noyau de coulée 2, selon la technologie actuelle (en général en céramique), forme la cavité 3 dans le modèle de la pale du secteur d'aubage 1. Après coulée comme le représente la figure 2b, on obtient deux orifices 5 et 6 dans, respectivement, les plateformes, supérieure 7 et inférieure 8, du secteur d'aubage 1, tandis que les trous 9 dans la paroi de l'aube faisant communiquer la cavité 3 avec l'extérieur de l'aube 4, d'une dimension d'approximativement 2,2 mm, doivent être percés après la coulée du métal, par usinage EDM (électroérosion).

[0021] L'orifice supérieur 5 permet le placement d'une sonde EGT assurant la prise de température pour l'alarme cockpit, tandis que l'orifice inférieur 6 doit être rebouché par le brasage d'une plaque 8'.

[0022] Le noyau 2 selon la technique actuelle nécessite, de part sa longueur, une sortie inférieure pour le maintenir dans le moule carapace. Cela implique comme inconvénients que l'orifice 6 ainsi généré doit être rebouché et que le noyau 2 comporte une protubérance fragile 2', représentée sur la figure 3, en raison du peu de place disponible pour la sortie noyau au niveau de la plateforme intérieure 8.

[0023] Le but de l'invention est donc de limiter la casse de noyaux au niveau des protubérances, de ne plus avoir à reboucher l'orifice 6 et de supprimer l'opération de perçage des trous 9 après la coulée de la pièce.

[0024] Comme l'illustrent les figures 4a et 4b, dans le procédé selon l'invention on se sert des trous à former dans la paroi de la pale pour maintenir en place un noyau 20, par l'intermédiaire de protubérances 22 sur le noyau 20 en céramique. Le noyau selon l'invention 20 est représenté sur la figure 5. Il comprend une partie tubulaire 21 dont la forme correspond à celle de la cavité à obtenir dans la pale. Un tenon 23 forme l'ouverture dans la plateforme supérieure. Réparties le long de cette partie tubulaire 21, des protubérances 22 en forme de tiges s'étendent perpendiculairement à l'axe du noyau. Ces protubérances ont une section correspondant à celle des orifices que l'on souhaite former dans la paroi de la pale. Leur nombre est égal à celui des orifices à ménager. La figure 4a montre la disposition du noyau dans le modèle de fonderie. Le noyau 20 est maintenu en place par les protubérances 22 traversant la paroi du modèle. La figure 4b montre le schéma d'un secteur obtenu après fonderie. Les aubes 14 sont disposées entre les plateformes, intérieure 18 et extérieure 17. Une aube présente une cavité longitudinale 13 percée d'orifices 19 mettant la veine de gaz en communication avec la cavité 13. La cavité 13 ne présente pas d'ouverture dans la plateforme intérieure 18.

[0025] Les trous 19 faisant communiquer la cavité 13 avec l'extérieur de l'aube 4 - appelés trous EGT (Exhaust Gaz Temperature) - sont donc obtenus en fonderie.

[0026] On élimine ainsi la partie fragile du noyau for-

mée par la protubérance sortant au niveau de la plate forme inférieure, on élimine par la même occasion la nécessité de reboucher l'orifice ainsi engendré et on évite l'opération de perçage des trous EGT, par électroérosion. On évite l'apparition de zones affectées thermiquement (zone brûlée) autour des trous pouvant engendrer un moins bon comportement mécanique. De plus la présence de trous le long de la pale permet d'éliminer plus simplement le noyau, par attaque chimique, de la pièce en métal en l'absence de sortie au niveau de la plate forme inférieure.

[0027] L'invention consiste donc à utiliser un noyau 20 plus court que le noyau 2 de l'art antérieur et comprenant des protubérances ou 'picots' 22 par lesquels il est maintenu en place. Ceux-ci sont par exemple en céramique, mais les picots peuvent aussi être formés de tubes de quartz intégrés au noyau lors de son injection,

[0028] Comme l'illustre plus particulièrement la figure 6 qui est une vue agrandie du noyau de la figure 5, la base 22' des protubérances 22 du noyau 20 présente un rayonnage ou arrondi qu'on appelle forme 'rayonnée'.

[0029] La forme des trous 19 ainsi obtenus par coulée de métal dans le moule présente un rayonnage / arrondi correspondant 19', comme illustré à la figure 7. Cette forme rayonnée 19' du trou 19 permet d'éviter la formation de criques internes, défauts qui ne sont pratiquement pas détectables par le contrôle à la fabrication.

[0030] Selon une variante de l'invention (non représentée sur les figures) le noyau 20 peut également être réalisé sans sortie dans la plate forme supérieure 17 ; dans ce cas le maintien du noyau dans le moule est obtenu uniquement par les protubérances 22 et il n'y a pas de formation d'orifice supérieur 15.

[0031] Cette variante permet de fabriquer un seul modèle de secteurs d'aubage de distributeur ; on modifie alors uniquement les exemplaires de ce secteur unique qui sont destinés à recevoir une sonde, en perçant un orifice 5' dans la plate forme supérieure 17, en communication avec la cavité 13.

[0032] On réalise ainsi des économies supplémentaires du point de vue du procédé de production et de la gestion des stocks.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un secteur d'aubage métallique (1) pour distributeur basse pression de turbomachine dont une aube (14) au moins comprend une cavité interne (13) destinée à recevoir ou communiquer avec une sonde de détection des gaz et au moins un trou (19) ménagé dans la paroi constituant un passage de gaz de la zone base pression de la turbomachine vers ladite cavité (13) et la sonde par la mise en place, dans un moule de coulée, d'un noyau correspondant à ladite cavité (13) et coulée d'un métal fondu dans la cavité dudit moule de coulée, **caractérisé par le fait que** le noyau (20) com-

prend, pour chaque trou (19) de communication de ladite cavité (13), une protubérance (22) pénétrant dans la surface interne du moule et constituant le seul élément de maintien du noyau (20) dans le moule de coulée.

2. Procédé selon la revendication 1, la cavité interne étant agencée pour recevoir ou communiquer avec une sonde de détection de température.
3. Procédé selon la revendication 2, la cavité interne étant agencée pour recevoir ou communiquer avec une sonde de détection de température de type EGT.
4. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications précédentes, opérant selon une technique de fonderie à cire perdue, en produisant un moule carapace dans lequel est mis en place ledit noyau (20), ledit moule carapace constituant ledit moule de coulée.
5. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications précédentes, dont la base desdites protubérances (22) du noyau de coulée (20) comprend un 'rayonnage' ou arrondi (22'), réalisant un rayonnage (19') à la base du trou de coulée (19).
6. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 1 à 5, dont ledit noyau (20) comprend plusieurs protubérances (22),
7. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 1 à 6 selon lequel un orifice destiné à l'introduction de ladite sonde dans ladite cavité (13) dans au moins une aube (14) de ladite pièce d'aubage (1) est réalisé par perçage de ladite pièce obtenue après coulée en prolongement de ladite cavité.
8. Procédé de fabrication de pièces d'aubages selon la revendication 7, dont un seul modèle de pièces d'aubage (1) est produit pour l'ensemble du distributeur, tandis que seules les pièces d'aubage destinées à recevoir une sonde sont percées en prolongement de ladite cavité.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Sektors einer metallischen Beschauelfung (1) für einen Niederdruckverteiler einer Turbomaschine, wobei mindestens eine Schaufel (14) einen Innenhohlraum (13) umfasst, der dazu vorgesehen ist, einen Gasmessfühler aufzunehmen oder mit derselben zu kommunizieren, und mindestens ein in der Wand ausgestaltetes Loch (19), das einen Gasdurchlass von der Niederdruckzone der Turbomaschine zum Hohlraum (13) und der Sonde hin darstellt, durch das Einsetzen eines dem Hohlraum (13) entsprechenden Kerns in eine

Gussform und Gießen eines geschmolzenen Metalls in den Hohlraum der Gussform, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kern (20) für jedes Kommunikationsloch (19) des Hohlraums (13) einen Fortsatz (22) umfasst, der in die Innenfläche der Form eindringt und das einzige Halteelement des Kerns (20) in der Gussform darstellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Innenhohlraum dafür eingerichtet ist, einen Temperaturmessfühler aufzunehmen oder mit demselben zu kommunizieren.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Innenhohlraum dafür eingerichtet ist, einen Temperaturmessfühler vom Typ EGT aufzunehmen oder mit demselben zu kommunizieren.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, das nach einer Wachsausschmelz-Gusstechnik funktioniert, unter Anfertigen einer Maskenform, in der der Kern (20) eingesetzt ist, wobei die Maskenform die Gussform darstellt.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Basis der Fortsätze (22) des Gusskerns (20) einen "Umkreis" oder eine Rundung (22') umfasst, die einen Umkreis (19') an der Basis des Gusslochs (19) realisiert.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Kern (20) mehrere Fortsätze (22) umfasst,
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei eine Bohrung, die zum Einführen des Fühlers in den Hohlraum (13) in mindestens einer Schaufel (14) des Beschauelungsteils (1) vorgesehen ist, durch Durchbohren des nach dem Gießen erhaltenen Teils in Verlängerung des Hohlraums realisiert wird.
8. Verfahren zur Herstellung von Beschauelungsteilen nach Anspruch 7, wobei ein einziges Beschauelungsteile-Modell (1) für den gesamten Verteiler angefertigt wird, während nur die Beschauelungsteile, die dazu vorgesehen sind, einen Fühler aufzunehmen, in Verlängerung des Hohlraums durchbohrt werden.

Claims

1. Method of manufacturing a sector of metal blading (1) for distributing turbomachine low pressure of which at least one blade (14) comprises an internal cavity (13) intended to accept or communicate with a gas detection probe and at least one hole (19) formed in the wall constituting a passage for gas from the low-pressure zone of the turbomachine to the

said cavity (13) and the probe by installing, in a casting mould, a core corresponding to said cavity (13) and casting of a molten metal into the cavity of said casting mould, **characterised by** the fact that the core (20) comprises, for each communication hole (19) of said cavity (13), a protrusion (22) that penetrates into the internal surface of the mould and that forms the only element for maintaining the core (20) in the casting mould.

2. Method according to claim 1, the internal cavity being arranged to accept or communicate with a temperature detection probe.
3. Method according to claim 2, the internal cavity being arranged to accept or communicate with a temperature detection probe of the EGT type.
4. Method according to one or the other of the preceding claims, operating according to a lost wax foundry technique, by producing a shell mould wherein said core (20) is placed, said shell mould forming said casting mould.
5. Method according to one or the other of the preceding claims, of which the base of said protrusions (22) of the casting core (20) comprises a 'spoking' or rounding (22'), producing a spacing (19') at the base of the casting hole (19).
6. Method according to one or the other of claims 1 to 5, in which said core (20) comprises several protrusions (22),
7. Method according to one or the other of claims 1 to 6 according to which an orifice intended for the introduction of said probe into said cavity (13) in at least one blade (14) of said blading component (1) is carried out by piercing of said component obtained after casting in the extension of said cavity.
8. Method of manufacturing blading components according to claim 7, of which a single blading component model (1) is produced for the entire distributor, while only the blading components intended to accept a probe are pierced in the extension of said cavity.

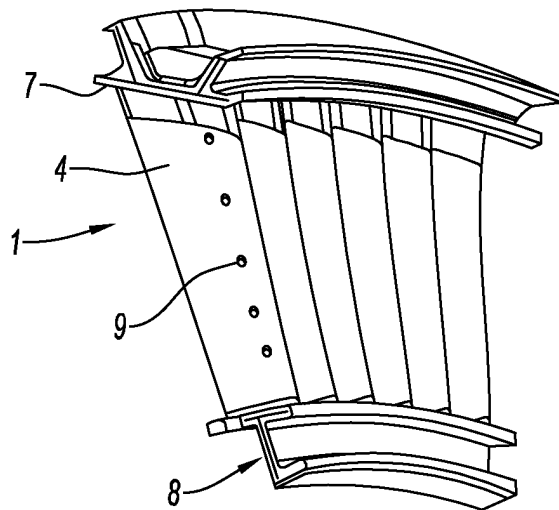


Fig. 1

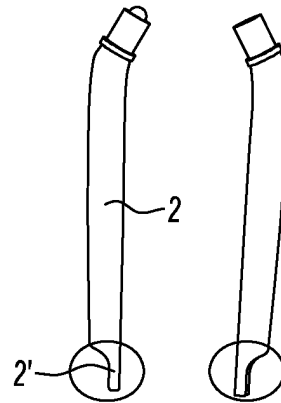
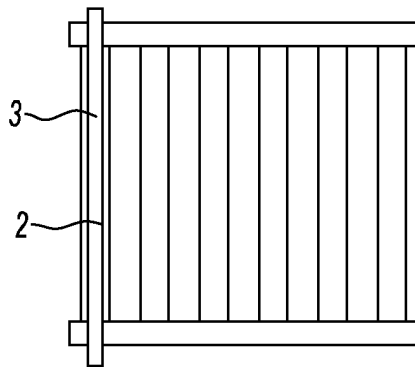
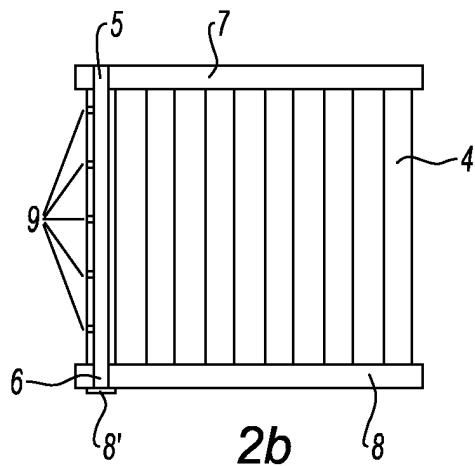


Fig. 3

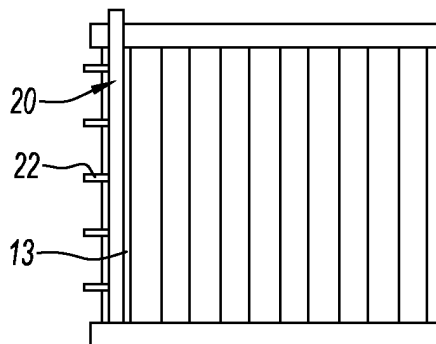


2a

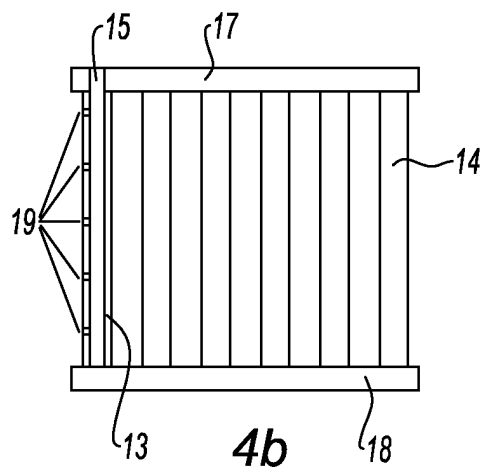


2b

Fig. 2



4a



4b

Fig. 4

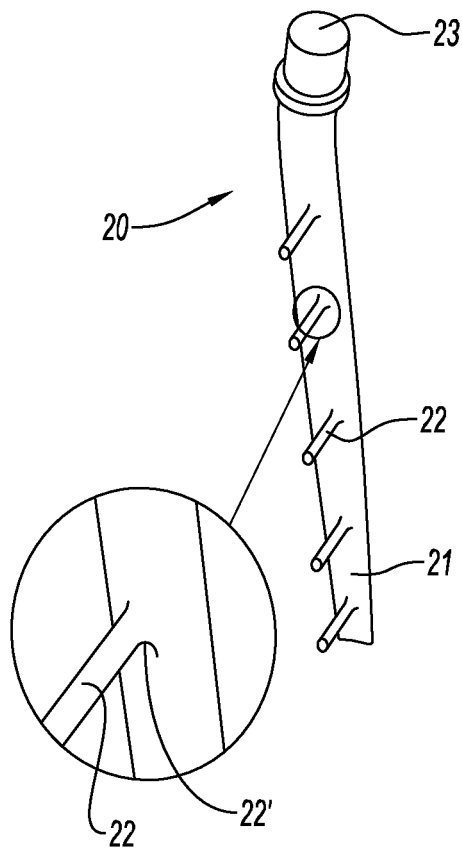


Fig. 5

Fig. 6

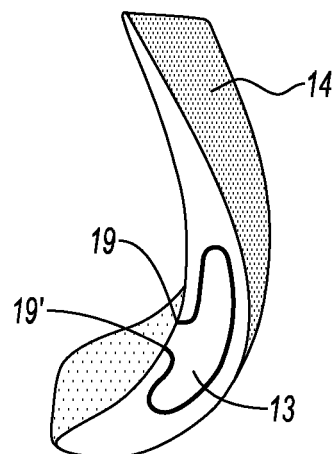


Fig. 7

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 2874186 [0002]
- US 4244222 A [0004]