



(11) **EP 3 443 202 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
01.04.2020 Bulletin 2020/14

(51) Int Cl.:
F01D 11/12 ^(2006.01) **F01D 5/20** ^(2006.01)
F01D 5/14 ^(2006.01) **F01D 5/30** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17721425.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2017/050862

(22) Date de dépôt: **10.04.2017**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2017/178747 (19.10.2017 Gazette 2017/42)

(54) **AUBE ET PROCÉDÉ DE RECHARGEMENT D'UNE COUCHE D'ABRADABLE**

KLINGE UND VERFAHREN ZUR ERNEUERUNG EINER ABREIBBAREN BESCHICHTUNG

BLADE AND METHOD FOR RESURFACING AN ABRADABLE COATING

(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: **12.04.2016 FR 1653220**

(43) Date de publication de la demande:
20.02.2019 Bulletin 2019/08

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

(72) Inventeurs:
• **ISEMENE, Michael
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)**

• **BRANCO, Alexandre
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)**

(74) Mandataire: **Barbe, Laurent
Gevers France
41, avenue de Friedland
75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A1- 2 813 672 EP-A1- 2 899 371
DE-A1- 1 628 262 US-A1- 2002 090 302
US-A1- 2007 243 070**

EP 3 443 202 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

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention concerne une aube et un procédé de rechargement d'une couche d'abradable sur une surface interne d'un carter de turbomachine destiné à entourer l'aube.

ETAT DE L'ART

[0002] L'état de l'art comprend notamment les documents US-A1-2002/090302, EP-A1-2 813 672, DE-A1-16 28 262, EP-A1-2 899 371 et US-A1-2007/243070.

[0003] Une turbomachine comprend des aubes de rotor qui tournent à l'intérieur de carters. Il est connu de prévoir sur la surface interne d'un tel carter une couche de matériau abradable avec laquelle les extrémités des aubes sont destinées à coopérer par frottement pour limiter le débit d'air de fuite non fonctionnel entre ces extrémités et le carter, et ainsi optimiser les performances de la turbomachine.

[0004] C'est notamment le cas des aubes de soufflante d'une turbomachine qui sont entourées par un carter de rétention sur la surface interne duquel est disposée une couche de matériau abradable ou couche d'abradable.

[0005] La couche d'abradable est destinée à s'user par frottement comme évoqué ci-dessus. Lorsqu'elle est trop usée ou lorsqu'elle est abîmée par exemple par des impacts de corps étrangers, elle doit être réparée pour conserver les performances attendues de la turbomachine.

[0006] Deux solutions sont alors possibles : le retrait et le remplacement de la couche d'abradable ou son rechargement en vue par exemple de boucher les trous ou combler les zones trop usées. Ces deux opérations sont longues et coûteuses et entraînent systématiquement une dépose du moteur de l'aéronef auquel il est fixé.

[0007] La présente invention propose une solution simple, efficace et économique à ce problème.

EXPOSE DE L'INVENTION

[0008] L'invention propose une aube, en particulier de soufflante, pour le rechargement d'une couche d'abradable sur une surface interne d'un carter de turbomachine destiné à entourer l'aube, l'aube comportant un pied et une pale présentant un sommet opposé audit pied, le pied comportant un logement de stockage ou de passage d'une résine polymérisable de rechargement, et la pale comportant des conduits longitudinaux dont des premières extrémités sont reliées audit logement et dont des extrémités opposées débouchent audit sommet.

[0009] L'invention est particulièrement avantageuse car elle utilise une aube pour le rechargement d'une couche d'abradable. Cette aube est en effet configurée pour être en mesure de déposer ou de projeter de la résine de rechargement pendant la rotation du rotor qui supporte cette aube. Sous l'effet des forces centrifuges, la résine

est destinée à se déplacer du logement jusqu'à dans les conduits puis jusqu'au sommet de l'aube, pour être ensuite déposée ou projetée sur le carter. Le rechargement de la couche peut être réalisé sous aile sans dépose de la turbomachine et donc avec un temps limité d'immobilisation de l'aéronef.

[0010] L'aube selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- l'aube comprend une série de canaux longitudinaux sensiblement alignés le long d'une corde de l'aube,
- l'aube comprend en outre un organe de raclage, voire d'étalement, fixé sur ledit sommet,
- ledit organe est fixé de manière amovible sur ladite extrémité, par exemple par emboîtement,
- ledit organe a une forme allongée et s'étend le long d'une corde de l'aube ; l'organe et les conduits peuvent s'étendre selon la même corde de l'aube, de façon à ce qu'ils puissent communiquer entre eux par exemple,
- ledit organe comprend une cavité en communication fluidique avec des débouchés desdits conduits pour son alimentation en résine, et au moins un canal de distribution de résine s'étendant depuis ladite cavité vers une extrémité de l'organe opposée audit pied.

[0011] L'invention concerne également un procédé de rechargement d'une couche d'abradable sur une surface interne d'un carter de soufflante d'une turbomachine, comportant les étapes suivantes :

- démonter au moins une aube d'un rotor, en particulier de soufflante, de ladite turbomachine et la remplacer par une aube telle que décrite ci-dessus,
- mettre en rotation ledit rotor de façon à ce que de la résine contenue dans ledit logement circule par effet centrifuge dans lesdits conduits et soient déposées ou projetées sur ladite surface.

[0012] Avantageusement, le procédé comprend une étape consistant à étaler et racler la résine déposée, au moyen dudit organe.

[0013] De préférence, plusieurs, par exemple quatre, aubes du rotor sont remplacées par des aubes telles que décrites ci-dessus, qui sont régulièrement réparties autour de l'axe de rotation du rotor.

DESCRIPTION DES FIGURES

[0014] L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une demi-vue schématique en coupe

axiale d'une soufflante de turbomachine, la figure 1 montrant la périphérie externe de la soufflante à une plus petite échelle que sa périphérie interne ;

- la figure 2 est une vue très schématique en perspective d'une aube selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue très schématique de face d'un rotor de soufflante équipée de quatre aubes selon l'invention ;
- la figure 4 est une vue très schématique d'une extrémité d'une aube selon l'invention ; et
- la figure 5 est une vue en coupe selon la ligne V-V de la figure 3.

DESCRIPTION DETAILLEE

[0015] La figure 1 représente partiellement une soufflante 10 d'une turbomachine, telle qu'un turboréacteur d'aéronef.

[0016] De façon classique, une turbomachine comprend d'amont en aval, c'est-à-dire dans le sens d'écoulement des flux de gaz, une soufflante, un ou plusieurs compresseurs, une chambre de combustion, une ou plusieurs turbines, et une tuyère d'éjection des gaz de combustion sortant de la ou des turbines.

[0017] La soufflante 10 est donc située à l'extrémité amont de la turbomachine. Elle comprend un rotor 12 comportant un moyeu 14 portant une rangée annulaire d'aubes 16, dites de soufflante, le rotor 12 tournant à l'intérieur d'un carter de rétention 18.

[0018] Le rotor 12 comprend à sa périphérie externe une rangée annulaire d'alvéoles de montage de pieds 20 des aubes 16. Chaque alvéole 22 a en général en section une forme en queue d'aronde et chaque pied d'aube a une forme complémentaire de l'alvéole pour permettre un montage de l'aube par emmanchement de son pied dans l'alvéole.

[0019] De façon connue, une cale peut être insérée entre le pied d'une aube et le fond de l'alvéole 22 de réception de ce pied, afin de l'immobiliser.

[0020] Chaque aube 16 comprend une pale 24 qui s'étend depuis le pied radialement vers l'extérieur par rapport à l'axe A de rotation du rotor 12. La pale comprend un sommet opposé au pied, c'est-à-dire à son extrémité radialement externe.

[0021] Le carter de rétention 18 a ici une forme générale cylindrique et s'étend autour des aubes de soufflante 16. Il comprend une surface cylindrique interne sur laquelle est prévue une couche annulaire 26 de matière abrasable. Cette couche 26 entoure les aubes 16 et s'étend sur toute la dimension longitudinale des aubes suivant l'axe A.

[0022] Le rotor de soufflante 12 est situé en aval d'un cône d'entrée 28, qui peut être solidaire du rotor 12, et en amont d'un séparateur annulaire 30 qui a pour fonction de diviser la veine annulaire d'entrée d'air qui traverse les aubes de soufflante, en deux veines annulaires coaxiales, respectivement interne pour la génération d'un flux primaire ou flux chaud, et externe pour la gé-

nération d'un flux secondaire ou flux froid.

[0023] L'invention concerne une aube pour le rechargement d'une couche d'abrasable sur la surface interne d'un carter tel que le carter 18 de la figure 1.

[0024] Le pied 20 de l'aube 12, mieux visible à la figure 2, comprend un logement 32 de stockage ou de passage d'une résine polymérisable de rechargement. Autrement dit, ce logement 32 peut soit être relié à une source de résine et assurer la distribution de la résine au reste de l'aube, soit former lui-même la source de résine. Dans ce dernier cas, le logement 32 peut contenir directement la résine ou être conçu pour recevoir une cartouche de résine.

[0025] La résine peut être du type bi-composant et comprendre ainsi deux composants, tels qu'un composant résine et un composant durcisseur, destinés à être mélangés et à durcir par polymérisation, par exemple à température ambiante. La résine à base époxy commercialisée par la société 3M sous la dénomination Scotch-Weld™ convient par exemple pour cette application.

[0026] La pale 24 de l'aube 16 comprend plusieurs canaux 34 d'acheminement de la résine jusqu'au sommet de l'aube. Ces canaux sont longitudinaux, c'est-à-dire qu'ils s'étendent le long de l'axe longitudinal de la pale, qui est un axe sensiblement radial par rapport à l'axe A. Les canaux 34 sont de préférence sensiblement rectilignes pour faciliter l'acheminement précité. Ils ont par exemple un diamètre de quelques millimètres, ce diamètre étant naturellement fonction de la viscosité de la résine à sa température d'utilisation.

[0027] Les conduits 34 s'étendent entre le logement 32 et le sommet de la pale 24. Les extrémités radialement internes des conduits 34 débouchent dans le logement 32 et leurs extrémités radialement externes débouchent sur une surface d'extrémité 36 radialement externe de la pale, qui est destinée à être en regard de la couche d'abrasable 26.

[0028] Les figures 2 et 4 montrent plus en détail la surface d'extrémité 36 ainsi que les débouchés 39 des conduits 34 sur cette surface 36. Le nombre de conduits internes dans la pale peut être relativement élevé. Ils peuvent être regroupés par groupe, comme représenté à la figure 4. Les conduits 34 peuvent être répartis sur la surface et être alignés le long d'une corde de l'aube.

[0029] Le sommet de l'aube 16 est avantageusement équipé d'un organe 38 d'étalement et de raclage, qui est appliqué et fixé sur la surface d'extrémité 36.

[0030] L'organe 38 a une forme allongée et est destiné à s'étendre le long de la corde de l'aube. Il est avantageusement fixé de manière amovible sur l'aube, par exemple par emboîtement ou encliquetage élastique. Dans l'exemple représenté, l'organe 38 comprend des pions 40 ou clips destinés à coopérer avec des orifices 42 prévus au sommet de l'aube et débouchant sur la surface 36, ces pions étant visibles à la figure 5. Cette figure montre un exemple de réalisation de l'organe 38 qui comprend une cavité 44 destinée à être en communication fluïdique avec les débouchés 39 des conduits

34 pour son alimentation en résine. Pour cela, l'organe 38 peut comprendre une paroi de fond radialement interne percée d'orifices destinés à être alignés avec les débouchés 39 des conduits, lorsque l'organe est monté sur la pale. L'organe 38 comprend en outre au moins un canal 46 de distribution de résine s'étendant depuis la cavité 44 vers une extrémité radialement externe de l'organe 38. Cette extrémité est de préférence configurée pour étaler la résine et racler le surplus de résine. Elle est conformée pour reproduire le profil théorique de la veine d'entrée d'air de la soufflante.

[0031] L'invention concerne également un procédé de rechargement d'une couche d'abradable 26 comportant les étapes consistant à :

- démonter au moins une aube du rotor et la remplacer par une aube 16 telle que décrite ci-dessus,
- mettre en rotation le rotor de façon à ce que de la résine contenue dans le logement 32 circule par effet centrifuge dans les conduits 34 et soient déposées ou projetées sur la couche d'abradable 26.

[0032] Dans le cas où l'aube est équipée de l'organe 38, le procédé comprend une étape consistant à étaler et racler la résine déposée, au moyen de cet organe.

[0033] Avantagusement, et comme représenté à la figure 3, plusieurs, et par exemple quatre, aubes du rotor sont remplacées par des aubes 16. Ces aubes 16 sont de préférence régulièrement réparties autour de l'axe de rotation du rotor, les autres aubes, d'origine, du rotor n'étant pas représentées dans la figure pour plus de clarté.

[0034] Dans un exemple particulier de réalisation de l'invention, une pompe est utilisée pour forcer la résine à s'écouler depuis le logement de chaque pale le long de ses conduits internes. En pratique, la pompe peut être réglée à une pression de 150 bars et la soufflante peut être entraînée en rotation par exemple manuellement ou par auto-rotation, lors de la mise en route de la pompe.

[0035] Dans un autre exemple de réalisation de l'invention, la résine est forcée de s'écouler dans les conduits par la seule force centrifuge appliquée du fait de la rotation de la soufflante, par exemple à une vitesse de 500 tours/minute environ.

Revendications

1. Aube (16), en particulier de soufflante, pour le rechargement d'une couche d'abradable (26) sur une surface interne d'un carter (18) de turbomachine destiné à entourer l'aube, l'aube comportant un pied (20) et une pale (24) présentant un sommet opposé audit pied, le pied comportant un logement (32) de stockage ou de passage d'une résine polymérisable de rechargement, et la pale comportant des conduits longitudinaux (34) dont des premières extrémités sont reliées audit logement et dont des extrémités

opposées débouchent audit sommet.

2. Aube (16) selon la revendication 1, dans laquelle elle comprend une série de canaux longitudinaux (34) sensiblement alignés le long d'une corde de l'aube.
3. Aube (16) selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle elle comprend en outre un organe (38) de raclage fixé sur ledit sommet.
4. Aube (16) selon la revendication précédente, dans laquelle ledit organe (38) est fixé de manière amovible sur ladite extrémité, par exemple par emboîtement.
5. Aube (16) selon la revendication 3 ou 4, dans laquelle ledit organe (38) a une forme allongée et s'étend le long d'une corde de l'aube.
6. Aube (16) selon l'une des revendications 3 à 5, dans laquelle ledit organe (38) comprend une cavité (44) en communication fluïdique avec des débouchés desdits conduits pour son alimentation en résine, et au moins un canal (46) de distribution de résine s'étendant depuis ladite cavité vers une extrémité de l'organe opposée audit pied.
7. Procédé de rechargement d'une couche d'abradable sur une surface interne d'un carter, en particulier de soufflante, d'une turbomachine, comportant les étapes suivantes :
 - démonter au moins une aube d'un rotor de ladite turbomachine et la remplacer par une aube (16) selon l'une des revendications précédentes,
 - mettre en rotation ledit rotor de façon à ce que de la résine contenue dans ledit logement circule par effet centrifuge dans lesdits conduits et soient déposées ou projetées sur ladite surface.

8. Procédé selon la revendication 7, l'aube (16) étant telle que définie à l'une des revendications 3 à 5, dans lequel il comprend une étape consistant à étaler et racler la résine déposée, au moyen dudit organe.
9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, dans lequel plusieurs, par exemple quatre, aubes du rotor sont remplacées par des aubes (16) selon l'une des revendications 1 à 6, qui sont régulièrement réparties autour de l'axe de rotation du rotor.

Patentansprüche

1. Schaufel (16), insbesondere eines Gebläses für die Erneuerung einer abreibbaren Beschichtung (26)

auf einer inneren Oberfläche eines Gehäuses (18) einer Turbomaschine, das dazu bestimmt ist, die Schaufel zu umgeben, wobei die Schaufel einen Fuß (20) und eine Schaufel (24) umfasst, die einen Scheitel entgegengesetzt zum Fuß aufweist, wobei der Fuß eine Aufnahme (32) zur Aufbewahrung oder zum Durchgang eines polymerisierbaren Erneuerungsharzes umfasst, und die Schaufel Längsleitungen (34) umfasst, deren erste Enden mit der Aufnahme verbunden sind und deren entgegengesetzte Enden in den Scheitel münden.

2. Schaufel (16) nach Anspruch 1, wobei es eine Reihe von Längskanälen (34), im Wesentlichen entlang einer Sehne der Schaufel ausgerichtet, umfasst.
3. Schaufel (16) nach Anspruch 1 oder 2, wobei sie weiter ein Kratzorgan (38) umfasst, das am Scheitel befestigt ist.
4. Schaufel (16) nach dem vorstehenden Anspruch, wobei das Organ (38) abnehmbar, beispielsweise durch Einstecken, an dem Ende befestigt ist.
5. Schaufel (16) nach Anspruch 3 oder 4, wobei das Organ (38) eine längliche Form aufweist und sich entlang einer Sehne der Schaufel erstreckt.
6. Schaufel (16) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei das Organ (38) einen Hohlraum (44) in Fluidverbindung mit Einmündungen der Leitungen für dessen Versorgung mit Harz umfasst, und sich mindestens ein Kanal (46) zur Harzverteilung aus dem Hohlraum zu einem Ende des Organs entgegengesetzt zum Fuß erstreckt.
7. Verfahren zur Erneuerung einer abreibbaren Beschichtung auf einer inneren Oberfläche eines Gehäuses, insbesondere eines Gebläses, einer Turbomaschine, die folgenden Schritte umfassend:
 - Demontieren mindestens einer Schaufel eines Rotors der Turbomaschine, und Ersetzen dieser durch eine Schaufel (16) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 - In-Drehung-Versetzen des Rotors derart, dass das in der Aufnahme enthaltene Harz durch Zentrifugalwirkung in den Leitungen zirkuliert und auf der Oberfläche abgeschieden oder projiziert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Schaufel (16) wie nach einem der Ansprüche 3 bis 5 definiert ist, wobei es einen Schritt umfasst, der darin besteht, das abgeschiedene Harz anhand des Organs zu verteilen und zu kratzen.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei mehrere,

beispielsweise vier, Schaufeln des Rotors durch Schaufeln (16) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 ersetzt werden, die regelmäßig um die Drehachse des Rotors herum verteilt sind.

Claims

1. Blade (16), in particular of a fan, for reloading an abrasible layer (26) on an internal surface of a turbine engine casing (18) intended to surround the blade, the blade presenting a root (20) and an airfoil (24) having a tip opposite said root, the root comprising a housing (32) for the storage or passage of a polymerisable refill resin, and the airfoil comprising longitudinal ducts (34) whose first ends are connected to said housing and whose opposite ends open on said tip.
2. Blade (16) according to claim 1, wherein it comprises a series of longitudinal ducts (34) substantially aligned along a chord of the blade.
3. Blade (16) according to claim 1 or 2, wherein it further comprises a scraping member (38) fixed on said tip.
4. Blade (16) according to the preceding claim, wherein said member (38) is removably fixed on said end, for example by interlocking.
5. Blade (16) according to claim 3 or 4, wherein said member (38) has an elongated shape and extends along a chord of the blade.
6. Blade (16) according to one of claims 3 to 5, wherein said member (38) comprises a cavity (44) in fluidic communication with openings of said ducts for its supply of resin, and at least one duct (46) for dispensing resin extending from said cavity to an end of the member opposite said.
7. Method for reloading an abrasible layer on an internal surface of a casing, in particular of a fan, of a turbine engine, comprising the following steps:
 - disassembling at least one blade of a rotor of said turbine engine and replacing it with a blade (16) according to one of the preceding claims,
 - rotating said rotor in such a way that resin contained in said housing flows via centrifugal effect into said ducts and is deposited or projected onto said surface.
8. Method according to claim 7, the blade (16) being such as defined in one of claims 3 to 5, wherein it comprises a step consisting in spreading and scraping the resin deposited, by means of said member.

9. Method according to claim 7 or 8, wherein several, for example four, blades of the rotor are replaced with blades (16) according to one of claims 1 to 6, which are evenly distributed about the axis of rotation of the rotor.

5

10

15

20

25

30

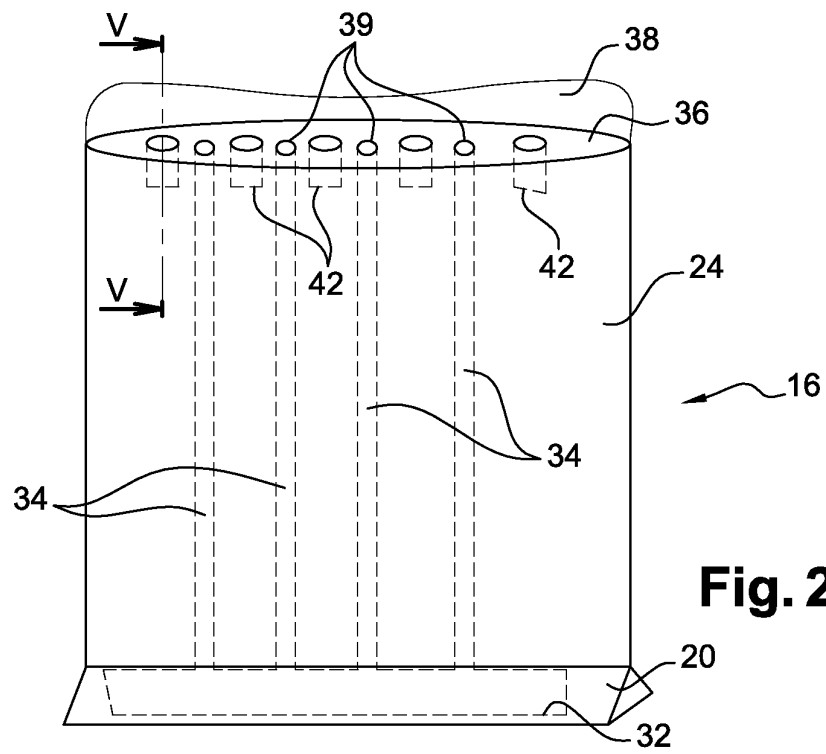
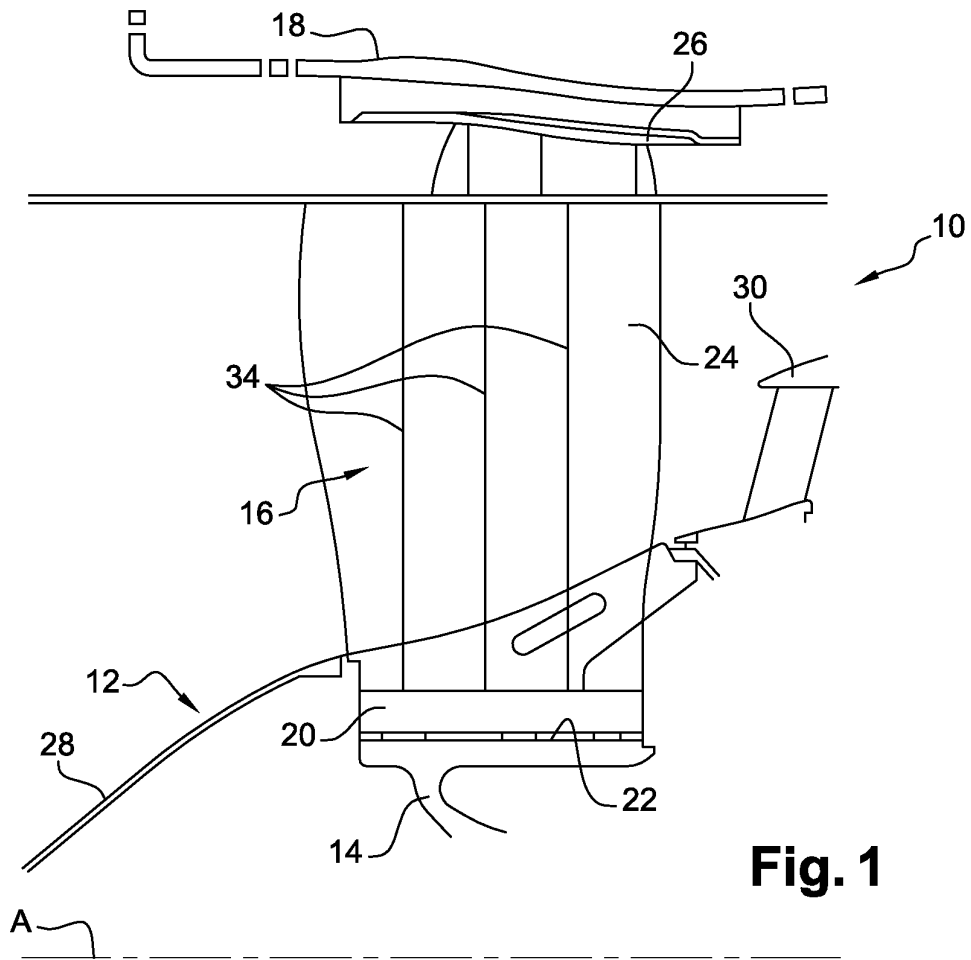
35

40

45

50

55



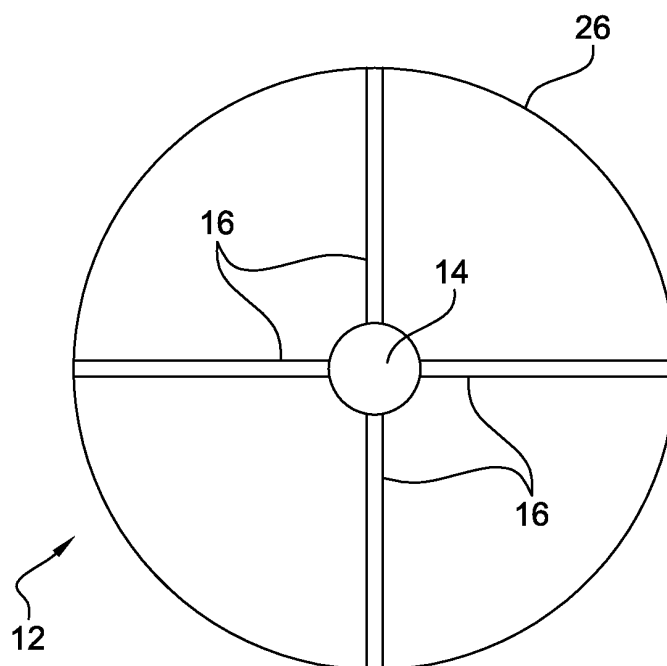


Fig. 3

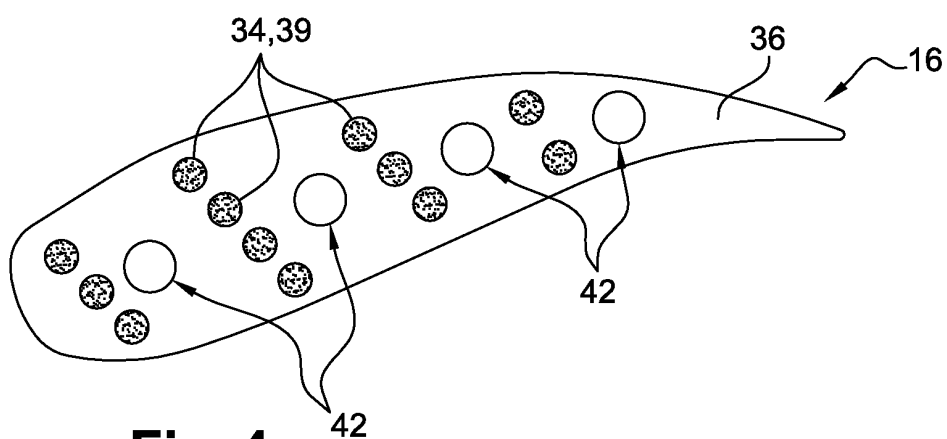


Fig. 4

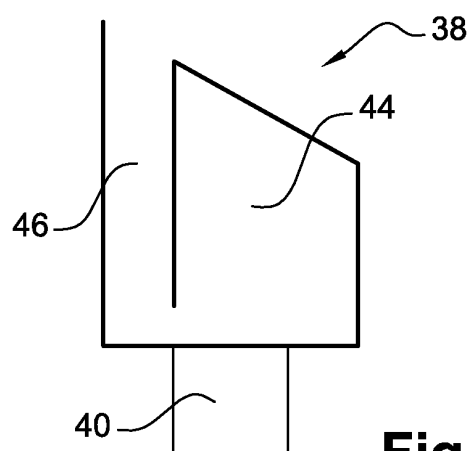


Fig. 5

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

- US 2002090302 A1 [0002]
- EP 2813672 A1 [0002]
- DE 1628262 A1 [0002]
- EP 2899371 A1 [0002]
- US 2007243070 A1 [0002]