



(11)

EP 2 999 859 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
25.01.2017 Bulletin 2017/04

(21) Numéro de dépôt: **14729423.5**(22) Date de dépôt: **13.05.2014**

(51) Int Cl.:
F01D 21/00 (2006.01) **F04D 29/42 (2006.01)**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2014/051113

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2014/188107 (27.11.2014 Gazette 2014/48)

(54) TURBOMACHINE COMPORTANT UN TEMOIN D'USURE DU CARTER

TURBOMASCHINE MIT EINEM GEHÄUSEVERSCHLEISSANZEIGER

TURBOMACHINE COMPRISING A CASING WEAR INDICATOR

(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: **21.05.2013 FR 1354556**

(43) Date de publication de la demande:
30.03.2016 Bulletin 2016/13

(73) Titulaire: **Safran Helicopter Engines
64510 Bordes (FR)**

(72) Inventeurs:

- **GOURDANT, Sylvain, Jacques, Marie
F-64110 Gelos (FR)**

- **JACQUET, Laurent
F-65690 Barbazan-Debat (FR)**
- **NECTOUTE, Philippe
F-64290 Bosdarros (FR)**

(74) Mandataire: **Gevers & Orès
9 rue St Antoine du T
31000 Toulouse (FR)**

(56) Documents cités:

FR-A1- 2 510 180	FR-A1- 2 938 651
FR-A1- 2 973 003	FR-A1- 2 981 131
SU-A1- 567 847	US-A1- 2012 207 586

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 le domaine des turbomachines, plus particulièrement celui des compresseurs de moteurs à turbine à gaz, notamment de compresseurs centrifuges. L'invention vise un moyen permettant de détecter, de manière simple, l'état d'usure de certaines parties de la turbomachine.

Etat de la technique

[0002] Les moteurs à turbine à gaz utilisés pour l'entraînement des pales du rotor d'un hélicoptère sont constitués avec des veines d'air à écoulement radial ou axial pour partie de la trajectoire.

[0003] Par exemple, un moteur connu comprend un premier rotor constitué d'un ensemble de deux compresseurs centrifuges en série - cet ensemble est entraîné par une turbine axiale - et un second rotor à turbine libre, en aval de la turbine du premier rotor, pour l'entraînement d'un arbre de puissance.

[0004] Un autre exemple de moteur connu comprend un premier rotor formé d'un ensemble d'un compresseur axial à trois étages et d'un compresseur centrifuge, disposés en série et entraînés par deux turbines axiales ; un second rotor est formé d'une turbine double recevant les gaz de la turbine du premier rotor et entraînant un arbre de puissance.

[0005] En raison des modes d'utilisation de ces types d'aéronefs qui les conduisent à évoluer dans des atmosphères chargées de poussière ou de sable, les moteurs sont soumis à une forte érosion par les particules solides aspirées avec l'air d'alimentation.

[0006] Une grande attention est apportée aux pièces susceptibles d'être soumises à l'érosion de manière à pouvoir intervenir quand cela est nécessaire.

[0007] Sur les types de moteurs présentés ci-dessus toute la veine d'air peut être soumise à l'érosion, en particulier les aubages mais aussi les parties statiques de veine d'air comme le coude sur le compresseur bi-centrifuge qui est la zone en sortie du diffuseur du premier étage ou bien le carter sur un compresseur axialeo-centrifuge avec ou sans revêtement abradable en vis-à-vis des sommets de pales sur le compresseur axial.

[0008] L'invention a pour objectif un moyen permettant de détecter et de quantifier l'érosion provoquée par l'ingestion de particules dans la veine d'air.

[0009] Elle a également pour objectif un moyen ne devant pas nécessiter de dépose du moteur.

[0010] L'invention concerne plus particulièrement certaines zones de la veine d'air qui ne sont pas soumises à une forte érosion et pour lesquelles une surveillance simplifiée serait souhaitable. Il s'agit par exemple de la paroi interne du coude en aval du diffuseur du revêtement en matériau abradable ou du carter sans un tel revêtement, en vis-à-vis des sommets des pales du rotor axial.

[0011] Le présent demandeur a déposé une demande de brevet FR 1159071 le 07 octobre 2011 sur un compresseur centrifuge équipé d'un marqueur de mesure d'usure. Selon cette réalisation, le couvercle du rouet du compresseur qui est recouvert sur sa face interne d'un revêtement abradable comprend dans une partie sensiblement médiane de celui-ci, des marqueurs usinés en forme de lamage et de profondeurs données dans le matériau abradable. Le suivi de l'usure est effectué par des examens par endoscopie. Un endoscope est introduit dans le compresseur et une extrémité active de l'endoscope est positionnée en regard des marquages pour fournir un signal d'image des marquages. Le signal endoscopique est fonction du nombre de marqueurs et de l'usure en leur endroit; il est traité pour fournir un critère de décision de dépose du moteur pour changer et réparer les pièces usées. Concernant ce problème de témoin d'usure, d'autres demandes de brevet ont été déposées, telles que FR 2938651 ou FR 2942267 portant sur des témoins d'usure prévus sur des pales de la roue d'un compresseur ou bien sur la roue elle-même

Exposé de l'invention

[0012] En complément de la méthode de surveillance de l'évolution de l'usure sur le couvercle du rouet, il est maintenant proposé un moyen qui permet de connaître l'usure de certaines parties de la veine d'air par simple observation directe, sans avoir nécessairement à mettre en oeuvre un quelconque appareil de contrôle.

[0013] Conformément à l'invention, une turbomachine comportant un carter avec une paroi interne délimitant une veine d'air et le carter comportant au moins une ouverture, débouchant dans ladite veine et formant un passage pour un endoscope, l'ouverture, pendant le fonctionnement de la turbomachine, étant obturée par un bouchon présentant une portion de surface d'extrémité assurant la continuité de la paroi interne du carter, est caractérisée par le fait qu'un témoin d'usure de la paroi interne du carter est associé au bouchon ou à la paroi interne du carter, au niveau du bord de l'ouverture ou débouchant dans l'ouverture.

[0014] Grâce à l'invention, on est capable, de manière simple et sans nécessairement la mise en oeuvre d'aucun appareil, de surveiller l'usure dans des zones de la turbomachine qui ne sont pas accessibles directement et qui nécessitaient auparavant des opérations de démontage et de dépose du moteur. En fonction de l'état du témoin d'usure, il est aisément de décider du démontage ou non de la turbomachine pour effectuer la réparation.

[0015] Selon un mode de réalisation, le témoin d'usure a la forme d'un lamage usiné dans ladite portion de surface d'extrémité du bouchon. Ce mode de réalisation convient quand ladite portion de surface du bouchon affleure la paroi interne du carter. Avantageusement le bouchon est réalisé dans le même matériau que celui-ci. Selon un autre mode de réalisation, le témoin d'usure est une encoche usinée dans la paroi interne du carter

et qui est visible depuis l'extérieur à travers ladite ouverture formant passage d'endoscope. Selon ce mode de réalisation le bouchon peut ne pas affleurer la veine d'air.

[0016] La profondeur du lamage est choisie de préférence de manière à correspondre à l'épaisseur de paroi interne susceptible d'être enlevée par l'érosion dans le cas d'une érosion acceptable de la zone. De cette façon, quand le lamage n'est plus visible, il est temps de procéder à la réparation de la pièce.

[0017] Comme indiqué plus haut, l'invention vise notamment un compresseur centrifuge dont l'ouverture, formant passage pour un endoscope, avec témoin d'usure est située dans le coude aval du diffuseur, en sortie d'un étage du compresseur.

[0018] L'invention vise également un compresseur axial ou la partie axiale d'un compresseur dont l'ouverture formant passage pour un endoscope est situé à proximité d'un revêtement abratable en vis-à-vis des sommets des pales du rotor du compresseur.

Présentation des figures

[0019]

La figure 1 représente un moteur à turbine à gaz bi centrifuge auquel s'applique l'invention ;

La figure 2 représente un détail du moteur de la figure 1, en perspective et coupé tangentiellement selon l'axe de celui-ci, au niveau du coude de la veine d'air en aval du premier diffuseur, montrant le bouchon d'endoscopie ;

La figure 3 représente en perspective coupée tangentiellellement selon l'axe du moteur et vu de l'intérieur, le détail du bouchon d'endoscopie en position sur le carter avec un lamage formant le témoin d'érosion du premier mode de réalisation de l'invention ;

La figure 4 montre le détail du compresseur du moteur de la figure 1, en coupe au niveau du bouchon d'endoscopie, avec un témoin d'usure selon le second mode de réalisation de l'invention ;

La figure 5 montre le détail de la figure 4 sans le bouchon ;

La figure 6 représente un moteur à turbine à gaz avec un compresseur axial et centrifuge, auquel l'invention s'applique également.

Description détaillée de modes de réalisation de l'invention.

[0020] On voit sur la figure 1, un moteur à turbine à gaz 1 en soi connu pour l' entraînement des pales d'un rotor d'hélicoptère. Il comprend une partie formant génératrice de gaz avec un compresseur bi-centrifuge c'est

à dire avec deux rouets de compression 2 et 4 respectivement solidaire d'une turbine 6 coaxiale. La veine d'air 3 à l'intérieur du carter est annulaire et s'étend à partir d'une entrée d'air 3a qui guide l'air jusqu'à l'entrée axiale du compresseur 2. L'air comprimé par le compresseur est guidé radialement à travers le diffuseur 3b. La veine d'air forme ensuite un coude 3c de manière à ramener l'air vers l'axe de la machine jusqu'à l'entrée axiale du second rouet de compression 4. L'air est ensuite guidé

5 jusqu'à la chambre de combustion 5 qui alimente la turbine 6 en gaz chaud. La détente des gaz se poursuit dans la turbine 9 d'un second rotor solidaire d'un arbre de prise de puissance pour l' entraînement de la charge. La veine d'air est délimitée par deux parois coaxiales 10 dont la paroi interne 3i du carter 7.

[0021] Sur la figure 2 qui représente en coupe une partie du carter 7 du moteur de la figure 1, on voit le coude 3c de la veine d'air, en aval du diffuseur 3b. Ce coude a 15 pour fonction de dévier le flux d'air issu du diffuseur vers l'axe de la machine. Une ouverture radiale 7r est aménagée dans le carter 7 au niveau du coude 3c. Cette ouverture débouche dans la veine d'air et permet le passage d'un endoscope non représenté par lequel une inspection de l'intérieur de la veine d'air peut être réalisée.

20 25 Cette ouverture 7r est normalement obturée par un bouchon 8 que l'on voit en coupe sur la figure 2. Le bouchon comprend un fut 8f qui s'ajuste dans l'ouverture 7r de manière à la combler et éviter les fuites d'air en fonctionnement de la machine ; le fut est solidaire d'une plaque de verrouillage 8v transversale par laquelle le bouchon 30 est boulonné au carter 7. A l'opposé, le fut du bouchon 8 présente une portion de surface d'extrémité 8s conforme à la paroi interne 3i de manière à en assurer la continuité.

35 **[0022]** Conformément à l'invention, un témoin d'usure est ménagé sur le bouchon. Il consiste avantageusement en un lamage 8l usiné sur la portion de surface 8s du bouchon. La forme du lamage peut être circulaire, ovale ou de toute autre profil. Ce lamage 8l est visible sur la 40 figure 3. La profondeur du lamage correspond au potentiel d'érosion de la paroi interne 3i. Il est ainsi très aisés de vérifier l'état d'usure de la pièce. Si le lamage n'est plus visible au démontage du bouchon 8, cela signifie que le potentiel d'érosion est consommé. La pièce est 45 alors à réparer ou bien à remplacer.

[0023] Dans les cas où la portion de surface d'extrémité 8s n'affleure pas la paroi interne 3i du carter, l'indication donnée par ce lamage en tant que témoin d'érosion serait moins précise. Pour remédier à ce problème, 50 le témoin d'érosion est alors ménagé sur la paroi interne 3i du carter, au niveau du bord de l'ouverture. Cette solution est représentée sur les figures 4 et 5.

[0024] Sur la figure 4, on voit que la portion de surface d'extrémité 8s du bouchon est légèrement en retrait par rapport à la paroi interne 3i. Le fait de pratiquer le témoin d'érosion sous la forme d'une encoche 3s dans la paroi interne sur le bord de l'ouverture 7r permet de ne pas être gêné par un tel retrait de l'extrémité du bouchon.

Cette encoche 3s en débouchant dans l'ouverture 7r est visible depuis l'extérieur du carter quand on a enlevé le bouchon. Cette situation est représentée sur la figure 5. Comme dans le cas précédent la profondeur de l'encoche dans la paroi interne 3i correspond au potentiel d'érosion de celle-ci. Si l'encoche 3s n'est plus visible à l'oeil nu ou par l'endoscope, cela signifie que le potentiel d'érosion de paroi interne est consommé. Une réparation est indiquée.

[0025] L'érosion de la paroi interne ne se produit pas de manière symétrique autour de l'axe de la machine, elle dépend de la position du moteur sur l'aéronef ou encore de la forme de l'entrée d'air. Il est alors opportun de prévoir une ouverture pour le passage de l'endoscope dans la zone susceptible d'être le plus affectée par l'érosion. Il faut tenir compte aussi de l'accessibilité de l'ouverture pour l'endoscope.

[0026] Sur la figure 6, est représenté un moteur à turbine à gaz 10 avec un compresseur 12, axial et centrifuge ; les premiers étages 121 du compresseur sont axiaux. Dans la mesure où le carter 17 enveloppant les premiers étages 121 présente une ouverture pour le passage d'un endoscope, la présente invention s'applique avantageusement à la surveillance de l'érosion de la paroi interne du carter dans cette zone. La solution n'est pas illustrée sur la figure mais se déduit aisément de la solution décrite pour la paroi interne du carter dans la zone du coude aval d'un compresseur centrifuge.

Revendications

1. Turbomachine comportant un carter (7) avec une paroi interne (3i) formant paroi d'une veine d'air (3) et au moins une ouverture (7r) traversant le carter, débouchant dans ladite veine (3) et formant un passage pour un endoscope, l'ouverture (7r), pendant le fonctionnement de la turbomachine, étant obturée par un bouchon (8) présentant une portion de surface d'extrémité (8s) dans le prolongement de la paroi interne (3i), **caractérisée par le fait qu'un témoin d'usure de la paroi interne du carter est associé au bouchon (8) ou à la paroi interne (3i) du carter, au niveau du bord de l'ouverture ou débouchant dans l'ouverture.**
2. Turbomachine selon la revendication 1, dont le témoin d'usure a la forme d'un lamage (8l) usiné dans ladite portion de surface (8s) d'extrémité du bouchon (8).
3. Turbomachine selon la revendication 2, dont le lamage est de forme circulaire ou ovale.
4. Turbomachine selon l'une des revendications 2 et 3, dont ladite portion de surface d'extrémité (8s) du bouchon affleure la paroi interne (3i) du carter.

5. Turbomachine selon la revendication 1, dont le témoin d'usure est une encoche (3s) usinée dans la paroi interne (3i) et visible de l'extérieur à travers l'ouverture (7r) du carter.

10. Turbomachine selon la revendication 1, dont le témoin d'usure a la forme d'un lamage (8l) usiné dans ladite portion de surface (8s) d'extrémité du bouchon (8) ou dont le témoin d'usure est une encoche (3s) usinée dans la paroi interne (3i) et visible de l'extérieur à travers l'ouverture (7r) du carter et dont la profondeur du lamage (8l) ou de l'encoche (3s) correspond à l'épaisseur de paroi interne du carter susceptible d'être enlevée par l'érosion.

15. Compresseur centrifuge formant turbomachine selon l'une des revendications précédentes, dont l'ouverture, formant passage pour un endoscope avec témoin d'usure, est située dans le coude (3c) en aval du diffuseur en sortie d'un étage du compresseur.

20. Compresseur bi centrifuge formant turbomachine selon l'une des revendications 1 à 6, dont ladite ouverture (7r) est située dans le coude en aval du diffuseur en sortie du premier étage du compresseur.

25. Compresseur axial formant turbomachine selon l'une des revendications 1 à 5, dont l'ouverture, formant passage pour un endoscope avec témoin d'usure, est située à proximité du revêtement en matériau abradable en vis-à-vis des sommets des pales du rotor.

Patentansprüche

1. Turbomaschine, umfassend ein Gehäuse (7) mit einer Innenwand (3i), die eine Wand eines Luftstroms (3) bildet, und mindestens eine Öffnung (7r), die durch das Gehäuse hindurchgeht, in den Strom (3) mündet und einen Durchgang für ein Endoskop bildet, wobei die Öffnung (7r) während des Betriebs der Turbomaschine durch einen Stöpsel (8) verschlossen ist, der einen Endflächenabschnitt (8s) in der Verlängerung der Innenwand (3i) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Verschleißanzeige der Innenwand des Gehäuses mit dem Stöpsel (8) oder der Innenwand (3i) des Gehäuses im Bereich des Randes der Öffnung verbunden ist und in die Öffnung mündet.
2. Turbomaschine nach Anspruch 1, deren Verschleißanzeige die Form einer Senkung (8l) hat, die in den Endflächenabschnitt (8s) des Stöpsels (8) eingearbeitet ist.
3. Turbomaschine nach Anspruch 2, deren Senkung

- von kreisförmiger oder ovaler Form ist.
4. Turbomaschine nach einem der Ansprüche 2 und 3, deren Endflächenabschnitt (8s) des Stöpsels an die Innenwand (3i) des Gehäuses grenzt. 5
5. Turbomaschine nach Anspruch 1, deren Verschleißanzeige eine Kerbe (3s) ist, die in die Innenwand (3i) eingearbeitet und von außen durch die Öffnung (7r) des Gehäuses sichtbar ist. 10
6. Turbomaschine nach Anspruch 1, deren Verschleißanzeige die Form einer Senkung (8l) hat, die in den Endflächenabschnitt (8s) des Stöpsels (8) eingearbeitet ist, und deren Verschleißanzeige eine Kerbe (3s) ist, die in die Innenwand (3i) eingearbeitet und von außen durch die Öffnung (7r) des Gehäuses sichtbar ist, und wobei die Tiefe der Senkung (8l) oder der Kerbe (3s) der inneren Wandstärke des Gehäuses, die durch Erosion abgehoben werden kann, entspricht. 15
7. Kreiselverdichter, der eine Turbomaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche bildet, dessen Öffnung, die einen Durchgang für ein Endoskop mit Verschleißanzeige bildet, in dem Knick (3c) stromabwärts zum Diffusor am Ausgang einer Stufe des Kompressors angeordnet ist. 20
8. Bi-Kreiselverdichter, der eine Turbomaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6 bildet, dessen Öffnung (7r) im Knick stromabwärts zum Diffusor am Ausgang der ersten Stufe des Kompressors angeordnet ist. 25
9. Axialkompressor, der eine Turbomaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5 bildet, dessen Öffnung, die einen Durchgang für ein Endoskop mit Verschleißanzeige bildet, in der Nähe der Verkleidung aus Verschleißmaterial gegenüber den Spitzen der Rotorblätter angeordnet ist. 30
2. Turbine engine according to claim 1, wherein the wear indicator is in the form of a bore (8l) that is machined into said end-surface portion (8s) of the stopper (8). 35
3. Turbine engine according to claim 2, wherein the bore is circular or oval. 40
4. Turbine engine according to either claim 2 or claim 3, wherein said end-surface portion (8s) of the stopper is flush with the inner wall (3i) of the casing. 45
5. Turbine engine according to claim 1, wherein the wear indicator is a notch (3s) that is machined into the inner wall (3i) and is visible from the outside through the opening (7r) in the casing. 50
6. Turbine engine according to claim 1, wherein the wear indicator is in the form of a bore (8l) that is machined into said end-surface portion (8s) of the stopper (8) or the wear indicator is a notch (3s) that is machined into the inner wall (3i) and is visible from the outside through the opening (7r) in the casing and wherein the depth of the bore (8l) or of the notch (3s) corresponds to the inner-wall thickness of the casing that is likely to be removed by erosion. 55
7. Centrifugal compressor forming a turbine engine according to any of the preceding claims, wherein the opening, which forms a passage for an endoscope having a wear indicator, is located in the elbow (3c), downstream of the diffuser at the outlet of a compressor stage. 60
8. Bi-centrifugal compressor forming a turbine engine according to one of claims 1 to 6, wherein said opening (7r) is located in the elbow, downstream of the diffuser at the outlet of the first compressor stage. 65
9. Axial compressor forming a turbine engine according to any of claims 1 to 5, wherein the opening, which forms a passage for an endoscope having a wear indicator, is located in the proximity of the abradable-material coating facing the tips of the blades of the rotor. 70

Claims

1. Turbine engine comprising a casing (7) which has an inner wall (3i) forming a wall of an air duct (3), and at least one opening (7r) passing through the casing, leading into said duct (3) and forming a passage for an endoscope, the opening (7r) being closed during operation of the turbine engine by a stopper (8) which has an end-surface portion (8s) in the extension of the inner wall (3i), **characterised in that** an indicator of wear to the inner wall of the casing is associated with the stopper (8) or with the inner wall (3i) of the casing, in the region of the edge of the opening or leading into the opening. 50
- 55

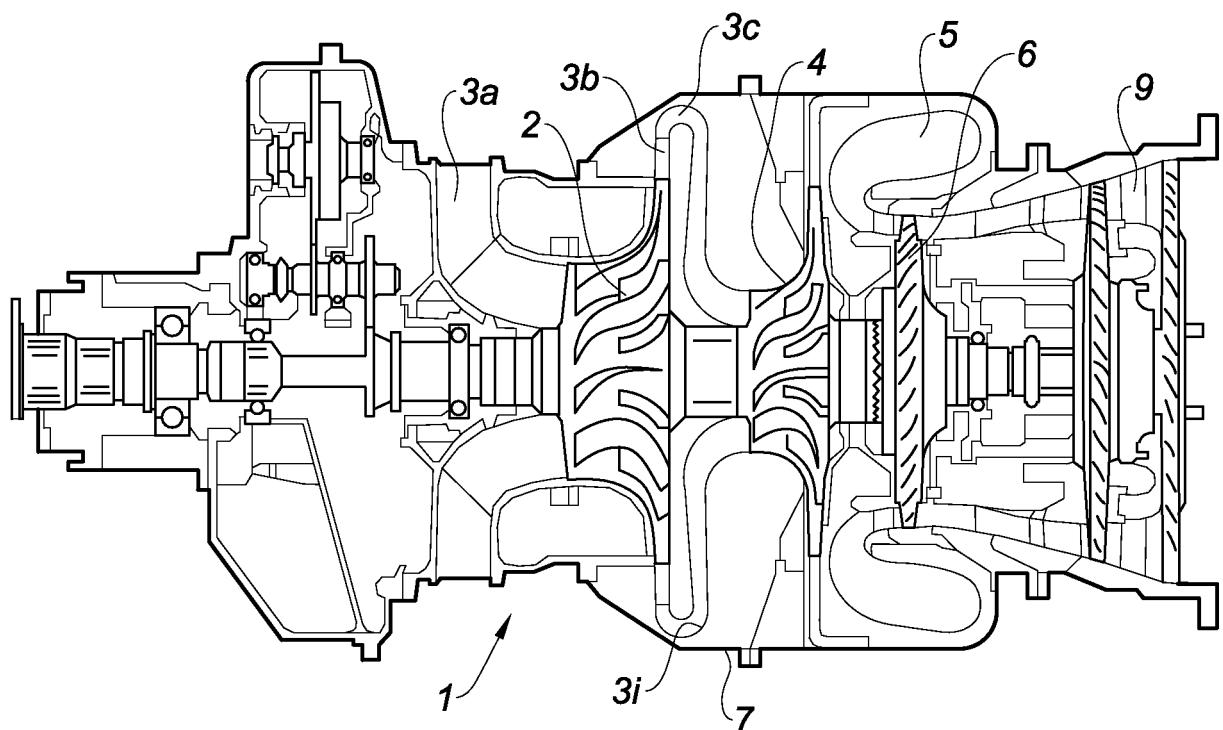


Fig. 1

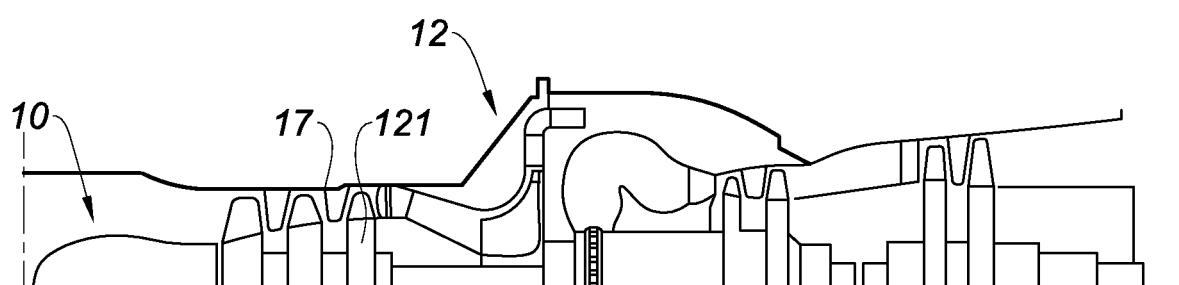


Fig. 6

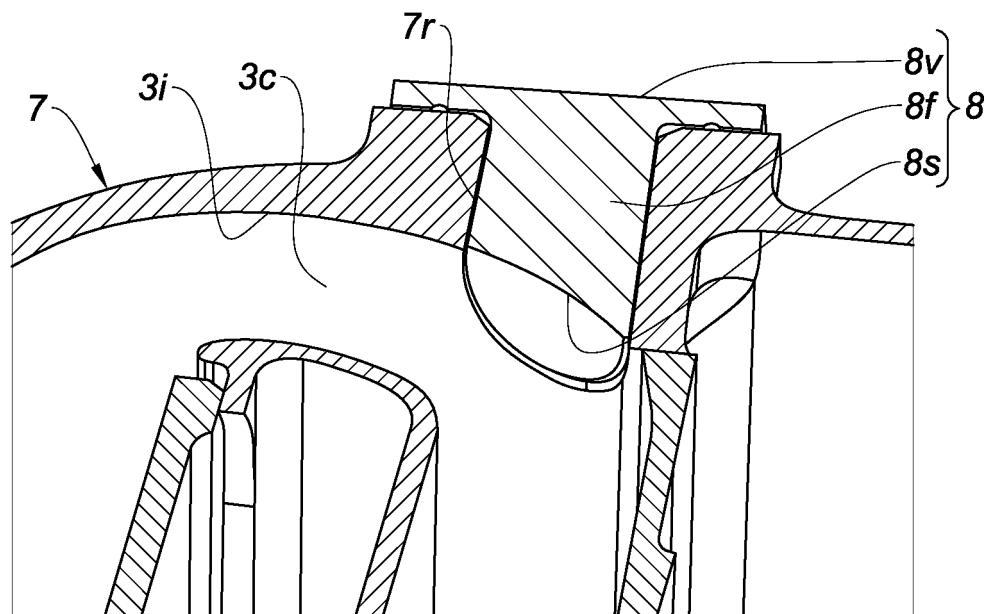


Fig. 2

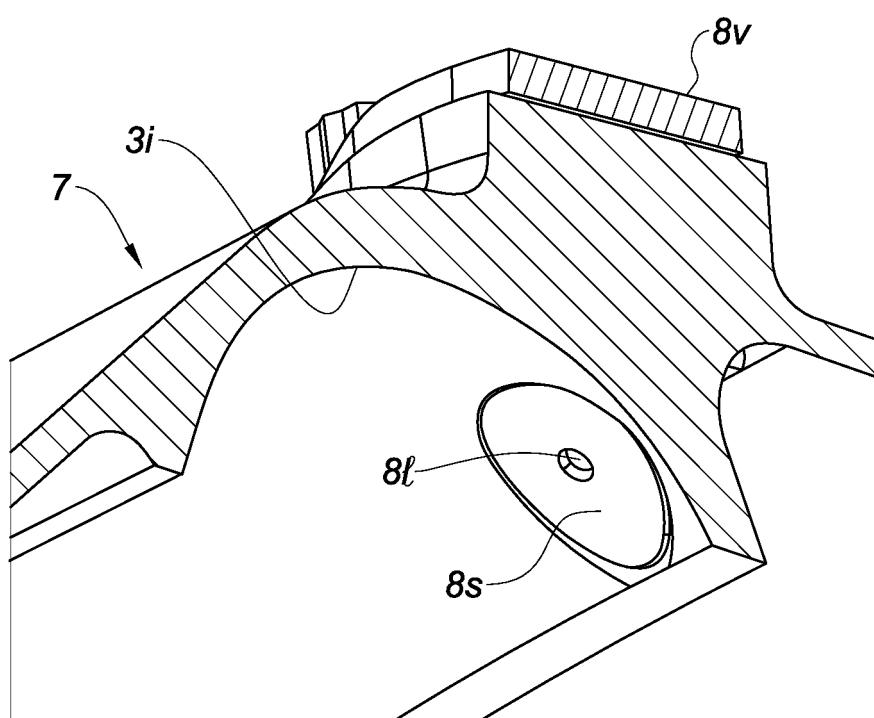


Fig. 3

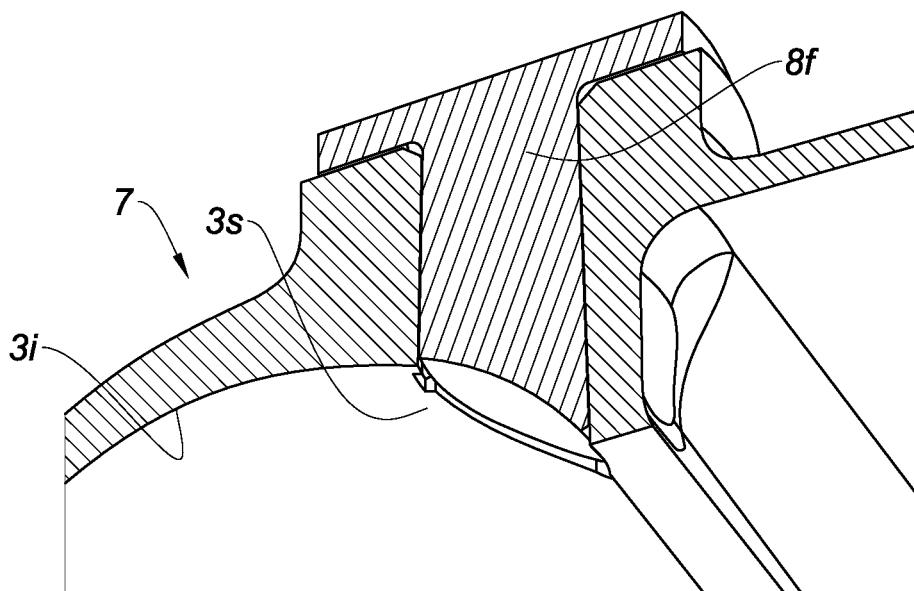


Fig. 4

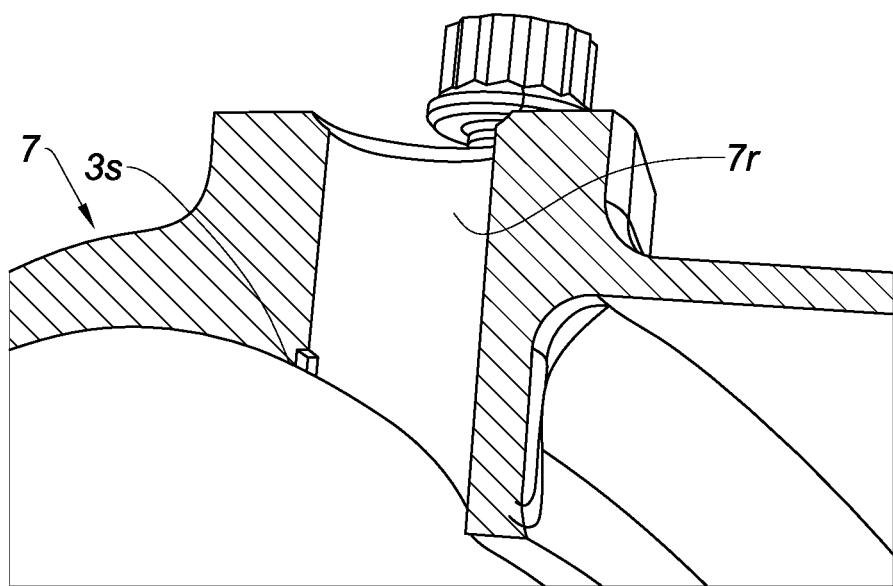


Fig. 5

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

- FR 1159071 [0011]
- FR 2938651 [0011]
- FR 2942267 [0011]