(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 312 384 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
11.03.2020 Bulletin 2020/11

(51) Int Cl.:
F01D 5/30 *(2006.01)* ***F01D 5/32*** *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **17197598.0**

(22) Date de dépôt: **20.10.2017**

(54) ENSEMBLE ROTATIF D'UNE TURBOMACHINE MUNI D'UN SYSTÈME DE MAINTIEN AXIAL D'UNE AUBE

ROTATIONSEINHEIT EINER STRÖMUNGSMASCHINE, DIE MIT EINEM AXIALEN HALTESYSTEM EINER LAUFRADSCHAUFEL AUSGESTATTET IST

ROTARY ASSEMBLY OF A TURBINE ENGINE PROVIDED WITH A SYSTEM FOR AXIAL RETENTION OF A BLADE

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

(30) Priorité: **21.10.2016 FR 1660237**

(43) Date de publication de la demande:
25.04.2018 Bulletin 2018/17

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

(72) Inventeurs:
- **DE GAILLARD, Thomas Alain**
  77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)
- **BOISSON, Alexandre Bernard Marie**
  77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)
- **NOTARIANNI, Gilles Pierre-Marie**
  77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)
- **SULLET, Charles-Henri Claude Jacky**
  77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)

(74) Mandataire: **Regimbeau**
20, rue de Chazelles
75847 Paris Cedex 17 (FR)

(56) Documents cités:
FR-A1- 2 974 864
FR-A1- 3 033 180
US-A- 3 936 222
US-A- 4 502 841
US-A- 5 259 728
US-A1- 2008 226 458
US-B1- 6 634 863

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).

EP 3 312 384 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne un ensemble rotatif d'une turbomachine muni d'un système de maintien axial d'une ou plusieurs de ses aubes, en particulier des aubes d'un disque de rotor d'un turboréacteur.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] La structure générale d'un ensemble rotatif d'une turbomachine dans le domaine de l'aéronautique est bien connue de l'homme du métier.

[0003] Un tel ensemble rotatif comprend de manière générale un ou plusieurs rotors dont le disque est relié à un arbre de rotation du rotor, lequel disque de rotor possède à sa périphérie une alternance circonférentielle d'alvéoles, appelées également rainures, et de dents, d'orientations sensiblement axiales, c'est-à-dire qui s'étendent dans une direction parallèle à l'axe de l'arbre du rotor.

[0004] Le disque de rotor est muni d'une pluralité d'aubes partiellement insérées dans des rainures et s'étendent radialement, depuis la périphérie du disque, dans une veine de fluide alimentant la turbomachine.

[0005] Dans le cas particulier d'un ensemble rotatif d'une soufflante, les aubes de la soufflante s'étendent radialement dans une veine allant jusqu'à la paroi interne d'un carter de soufflante raccordé à une nacelle annulaire pour délimiter extérieurement cette veine.

[0006] On précise que le terme « axial » se rapporte à l'axe de rotation (longitudinal) du rotor. Le terme « radial » fait référence à un rayon du disque de rotor, ce dernier s'étendant par définition de manière orthogonale à l'axe de rotation du rotor. Le terme « circonférentiel » fait référence à la circonférence du disque de rotor, et correspond au chemin rotationnel du disque de rotor.

[0007] On précise également que le terme « amont » (AM) correspond à une zone de provenance du fluide qui traverse la turbomachine en fonctionnement, et que le terme « aval » (AV) correspond à une zone de partance de ce fluide. Ainsi, le fluide traverse la turbomachine, et en particulier le disque de rotor, depuis l'amont vers l'aval.

[0008] Par ailleurs, en vue de leur maintien, les aubes possèdent chacune à leur extrémité un pied engagé axialement dans les rainures du disque et retenu radialement par les dents du disque. Une cale est typiquement intercalée entre chaque pied d'aube et le fond de la rainure correspondant, à des fins de maintien, a priori en précontrainte, de ces éléments. Les aubes sont sécurisées et retenues en amont notamment par un cône amont relié au disque. Ce cône constitue la limite interne et amont de la veine de circulation des gaz de la turbomachine. Le turboréacteur comprend en outre une virole amont, solidaire du disque et du cône amont, et située entre le disque et le cône amont selon l'axe de la turbomachine. La virole permet ainsi de relier le cône amont au disque.

[0009] De manière générale, un verrou peut classiquement être prévu afin de sécuriser axialement les aubes dans leurs rainures. En référence au document FR2974864, illustrant l'état de l'art pour le montage d'un tel verrou, le verrou est positionné dans des fentes prévues à cet effet dans les dents du disque, le verrou étant en correspondance d'une rainure du disque dans lequel a été préalablement inséré le pied d'aube. Conformément au mode de réalisation de la figure 4 et de la figure 5 de ce document, le verrou est immobilisé via la virole amont fixée sur le disque, cette virole bloquant axialement une cale intercalée entre chaque pied d'aube et le fond de la rainure correspondant. Le verrou est inséré dans ses fentes par translation radiale orientée vers l'extérieur du disque.

[0010] Le document US6634863 décrit un verrou de ce type inséré dans une rainure. Il décrit plus précisément un ensemble de turbomoteur comprenant un disque dont les aubes sont maintenues axialement par un élément de retenu (verrou) inséré dans un logement prévu dans la paroi interne des dents du disque, et s'étendant perpendiculairement à l'axe de la rainure accueillant le pied de l'aube. L'élément de retenu est couplé à un élément d'espacement positionné dans la rainure, en appui sur la surface inférieure de ladite rainure, et permet d'éviter que les aubes ne pivotent sur elles-mêmes dans la rainure.

[0011] Les documents US3936222, US4502841 et US5259728 divulguent des ensembles rotatifs de turbomachine comprenant un système de maintien axial d'aubes sur un disque de rotor par le biais d'un verrou amovible.

[0012] De ce qui précède, on comprend qu'il est nécessaire de réserver un espace radial au niveau de l'épingle de disque du rotor, c'est-à-dire au niveau de sa partie externe, de manière à permettre l'insertion ou le retrait du verrou dans son encoche par translation radiale, tel que décrit précédemment. Cet espace est situé sous le verrou, c'est-à-dire plus proche du centre du disque, lorsque ledit verrou est en place dans son encoche.

[0013] Or la nécessité de prévoir un tel espace engendre des contraintes de fabrication du disque de rotor, et tout particulièrement des contraintes de placement de l'élément de fixation permettant de relier le disque à la virole amont, cette dernière reliant le disque et cône amont. En effet, l'élément de fixation permettant de relier la virole au disque doit nécessairement être positionné sous l'espace réservé au déplacement radial du verrou (c'est-à-dire encore plus proche du centre du disque). Par ailleurs, l'espace radial nécessaire à l'insertion ou au retrait du verrou par translation radiale est défavorable pour réduire le diamètre du disque à son extrémité libre amont au niveau de ses dents, au détriment de la liberté de choix du profil aérodynamique et du diamètre de la virole amont et du cône amont.

EXPOSE DE L'INVENTION

[0014] L'invention a donc pour but de remédier aux inconvénients de l'art antérieur en proposant un ensemble rotatif de turbomachine muni d'un système de maintien axial d'une aube, un tel système de maintien comprenant un verrou venant obturer l'ouverture d'une rainure dans laquelle est insérée une aube, et dont la mise en place et/ou le retrait n'est pas réalisé par une translation radiale dudit verrou notamment dans/hors d'une encoche prévue à cet effet.

[0015] Le système de maintien selon l'invention doit également, et par conséquent, permettre de rendre utilisable l'espace prévu habituellement pour permettre l'insertion ou le retrait du verrou dans son encoche, afin de réduire certaines contraintes de fabrication du disque, et en particulier les contraintes de fabrication liées au placement sur le disque de la fixation entre la virole et le disque.

[0016] À cette fin, un autre but de l'invention est de proposer un ensemble rotatif de turbomachine muni du système de maintien précédent, dans lequel la fixation de la virole au disque est positionnée dans l'espace habituellement nécessaire à l'insertion ou au retrait du verrou, de sorte que la fixation virole-disque est positionnée plus haut sur l'épingle de disque, au niveau de la périphérie du disque, c'est-à-dire plus éloignée radialement du centre du disque de rotor.

[0017] La mise en place et le retrait du système de maintien doivent avantageusement être réalisés rapidement et simplement.

[0018] Un autre but de l'invention est de proposer un turboréacteur comprenant un tel ensemble rotatif.

[0019] L'invention vise également à proposer un procédé de montage du système de maintien précédent à un ensemble rotatif d'une turbomachine pour maintenir axialement une ou plusieurs de ses aubes.

[0020] À cette fin, l'invention concerne un ensemble rotatif de turbomachine tel que défini à la revendication 1.

[0021] De manière optionnelle, l'ensemble rotatif selon l'invention peut comprendre les caractéristiques suivantes :

- les pièces amovibles ont une forme correspondant à la forme des extrémités des dents sur lesquelles elles sont montées, de manière à prolonger les dents de manière continue ;
- les pièces amovibles sont montées aux extrémités des dents par vissage ;
- les bords latéraux du verrou sont destinés à être enserrés par les extrémités des dents et les pièces amovibles ;
- le disque de rotor étant du type à forme en épingle, en ce qu'il comprend une épingle dudit disque présentant un profil recourbé en tête d'épingle qui s'éloigne radialement de l'axe du disque vers l'amont, les pièces amovibles font saillie du disque de rotor et sont à l'aplomb d'une avancée de l'épingle de disque. Ce profil recourbé en tête d'épingle est un profil sensiblement en forme de C comprenant une branche axiale extérieure qui délimite les dents du disque, une branche intérieure qui s'étend au moins sur une composante sensiblement axialement plus proche de l'axe moteur que la branche extérieure, et une branche frontale de raccordement à composante radiale, qui comprend de manière classique ladite avancée ;
- l'épingle de disque est munie à son avancée d'un élément de fixation d'une virole au disque, de préférence se présentant sous la forme d'un crochet, de sorte que le verrou est monté à l'aplomb de l'élément de fixation de la virole au disque ;
- de manière avantageuse, entre l'avancée de l'épingle de disque et les dents, l'épingle de disque est dépourvue d'espace d'insertion et/ou de retrait du verrou ;
- l'ensemble rotatif comprend en outre une cale destinée à être positionnée dans la rainure, entre le fond de la rainure et le pied d'aube, de manière à maintenir les côtés du pied d'aube en appui contre les bordures de la rainure.

[0022] Un autre objet de l'invention concerne une turbomachine comprenant un ou plusieurs ensemble(s) rotatif(s) comprenant au moins un système de maintien axial d'une aube du disque de rotor décrit précédemment.

[0023] Un autre objet de l'invention concerne un procédé de montage d'un système de maintien axial d'une aube sur un ensemble rotatif de turbomachine tel que décrit précédemment, l'ensemble rotatif comprenant un disque de rotor muni circonférentiellement d'une alternance de dents et de rainures périphériques, lesdites rainures étant munies d'une ouverture bordée par les extrémités des dents, et au moins une aube dont le pied est inséré dans une rainure, le procédé de montage étant principalement caractérisé en ce qu'il comprend :

- le montage d'un verrou en appui contre les extrémités des dents, de manière à obturer l'ouverture de la rainure,
- le montage des pièces amovibles aux extrémités des dents afin de bloquer le verrou par serrage dudit verrou entre lesdites pièces amovibles et les dents.

[0024] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif, en référence aux Figures annexées qui représentent :

- La Figure 1, une vue en perspective d'un disque de rotor ;
- Les Figures 2A, 2B, et 2C illustrant le montage du système de maintien axial d'une aube, selon l'invention ;
- La Figure 3, une vue en perspective d'une pièce

amovible du système de maintien axial d'une aube, selon l'invention ;

- La Figure 4, une vue en coupe d'un disque de rotor illustrant un avantage de l'invention se traduisant par une remontée de la fixation de la virole sur l'épingle du disque de rotor.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0025] L'invention concerne un ensemble rotatif d'une turbomachine, et en particulier d'un turboréacteur, muni d'un système de maintien axial d'au moins une aube d'un disque de rotor. Il s'agit par exemple, mais non exclusivement, d'un disque d'une soufflante d'un turboréacteur, ladite soufflante étant positionnée en amont d'un module compresseur, ou bien d'un étage de compresseur, par exemple, à aubes rapportées sur le disque.

[0026] L'invention s'applique à tout type de turbomachine, et en particulier à un turboréacteur, ce dernier pouvant être notamment simple flux ou double flux. Ces types de turboréacteurs sont parfaitement connus de l'homme de métier et ne seront donc pas détaillés davantage dans le présent texte.

[0027] En référence à la Figure 1 illustrant le rotor d'une soufflante, le disque 1 de rotor est entrainé en rotation autour d'un axe A longitudinal par un arbre de soufflante. Le disque comprend à sa périphérie externe une alternance circonférentielle de dents 10 et de rainures 20 qui s'étendent axialement, c'est-à-dire selon une direction sensiblement parallèle à l'axe A du disque.

[0028] Des aubes 30 (représentées sur les Figures 2A, 2B, 2C), dont les pieds 31 sont aptes à être engagés axialement dans les rainures 20 du disque et retenus radialement par les dents 10, s'étendent radialement autour du disque.

[0029] Des plateformes 45 sont généralement prévues sur le disque 1, et s'étendent circonférentiellement entre chaque couple d'aubes adjacentes.

[0030] En référence à la Figure 4, le disque 1 de rotor est du type à forme en épingle 2, en ce qu'il comprend une épingle 2 dudit disque présentant un profil recourbé en tête d'épingle qui s'éloigne radialement de l'axe du disque vers l'amont. Ce profil recourbé en tête d'épingle est un profil sensiblement en forme de C comprenant une branche axiale extérieure qui délimite les dents 10 du disque, une branche intérieure qui s'étend au moins sur une composante sensiblement axialement plus proche de l'axe moteur que la branche extérieure, et une branche frontale de raccordement à composante radiale, qui comprend de manière classique une avancée 40.

[0031] À l'aplomb de chaque rainure 20, sur l'avancée 40 de l'épingle de disque est prévu un élément de fixation 41 d'une virole 43 amont au disque 1, dont un exemple de réalisation est représenté sur la Figure 4. L'élément de fixation 41 de la virole 43 se présente généralement sous la forme d'un crochet muni d'un orifice 42 permettant la fixation de la virole 43 sur l'épingle 2 de disque 1 par vissage. La virole 43 est reliée plus en amont à un cône amont 44 formant la limite interne et amont d'une veine de circulation de fluide de la turbomachine.

[0032] Les Figures 2A, 2B, et 2C illustrent une partie d'un ensemble rotatif, centrée sur une rainure 20 du disque 1, dont une aube 30 insérée dans la rainure 20 est maintenue axialement par le système de maintien selon l'invention, ainsi que le montage d'un tel système de maintien sur la face amont du disque 1 de rotor. Ainsi seront décrits parallèlement la structure du système de maintien et son procédé de montage sur le disque.

[0033] On précise qu'un « maintien axial » signifie que l'aube est immobilisée axialement grâce au système de maintien, et que tout déplacement selon l'axe A longitudinal du disque de rotor est dès lors rendu impossible.

[0034] Sur la Figure 2A, une aube 30 est montée sur le disque 1 de rotor par insertion de son pied 31 dans la rainure 20 correspondante du disque. La rainure a une forme évasée, et est limitée circonférentiellement par deux dents 10 consécutives du disque. Elle s'étend axialement le long du disque de rotor, et comprend un fond 21, bordé par deux bordures 22 communes avec les dents 10, ainsi qu'une ouverture 23 qui constitue l'extrémité axiale amont de la rainure 20 et dont le fond 21 est situé au voisinage de l'épingle 2 de disque.

[0035] Le pied d'aube 31 possède une forme évasée correspondant sensiblement à la forme de la rainure 20 dans laquelle il est inséré. Il est formé par deux côtés 32 qui s'étendent axialement en regard des bordures 22 de la rainure 20, par un front 33 amont reliant les deux côtés 32, ainsi qu'une base 34 qui s'étend axialement, en regard du fond 21 de la rainure. Le pied d'aube 31 est monté dans la rainure de manière à ce que son front 33 amont se situe dans le plan P du disque 1 de rotor, orthogonal à l'axe A du disque, et contenant les extrémités 13 des dents 10. En d'autres termes, le front 33 amont du pied d'aube 31 et les extrémités 13 des dents 10 ont sensiblement la même position axiale.

[0036] Une dent 10 s'étend axialement le long de la périphérie externe du disque 1 et comprend deux bordures latérales 11 communes aux bordures des rainures 20 qu'elle délimite. Les bordures 20 de la dent sont reliées par une face supérieure 12 et se terminent axialement par une extrémité 13. Ainsi, l'ouverture 23 de la rainure est bordée par les extrémités 13 des dents 10. En particulier, le front 33 amont du pied d'aube, l'ouverture 23 de la rainure, et les extrémités 13 des dents se situent dans le plan P du disque 1 de rotor.

[0037] Les extrémités 13 sont des extrémités axiales amont se présentant sous la forme d'une surface sur laquelle le système de maintien est susceptible d'être monté, conformément à ce qui suit.

[0038] Les dents 10 comprennent avantageusement des sillons 14 qui s'étendent le long de leur face supérieure 12, servant à accueillir des plateformes 45. On comprendra que de tels sillons sont optionnels, de même que les plateformes qu'ils accueillent.

[0039] En référence à la Figure 2B, le verrou 501 du système de maintien est plaqué contre les extrémités 13

des dents du disque 1 de manière à obturer l'ouverture 23 de la rainure. Ce faisant, le verrou 501 est en appui contre le front 33 amont du pied d'aube 31. Le verrou empêche ainsi que le pied d'aube ne sorte de la rainure par l'ouverture par un déplacement axial. On notera que l'obturation de l'ouverture 23 par le verrou 501 est au moins partielle, et doit être suffisante pour interdire le franchissement de l'ouverture par le pied d'aube.

[0040] Dans l'ensemble rotatif selon l'invention, représenté sur la Figure 2B, le verrou 501 se présente sous la forme d'une pièce comprenant une partie centrale 511 de laquelle s'étendent des bords 521. Ainsi, lorsque le verrou 501 est en place, la partie centrale 511 du verrou obture l'ouverture 23 de la rainure 20 et vient en appui contre le front amont 33 du pied d'aube, et les bords 521 du verrou viennent en appui contre extrémités 13 des dents 10.

[0041] En référence à la Figure 2C, lorsque le verrou 501 est en place, des pièces amovibles 502 sont montées aux extrémités 13 des dents, en appui contre le verrou 501, afin de bloquer ledit verrou. Les pièces amovibles 502 constituent dès lors les nouvelles extrémités des dents sur lesquelles elles sont montées.

[0042] De manière avantageuse, les pièces amovibles 502 font saillie du disque 1 de rotor.

[0043] Les pièces sont dites « amovibles » en ce qu'elles peuvent être séparées des extrémités des dents ou fixées auxdites extrémités des dents, par tout moyen prévu à cet effet.

[0044] Le verrou est dit « bloqué » en ce qu'il est maintenu immobile, serré entre les extrémités des dents et les pièces amovibles.

[0045] Selon le mode de réalisation de l'ensemble rotatif représenté sur la Figure 2C, les bords 521 du verrou 501 sont en appui à la fois contre les extrémités 13 des dents, du côté de la surface aval du verrou, et contre les pièces amovibles 502, du côté de la surface amont du verrou.

[0046] Dès lors, l'aube 30 est maintenue axialement, en position dans sa rainure 20, par le système de maintien selon l'invention.

[0047] De manière avantageuse, on pourra également prévoir des moyens de maintien permettant de maintenir en position le verrou 501 contre les extrémités 13 des dents pendant le montage des pièces amovibles 502.

[0048] Par ailleurs, la forme (ou section) du verrou n'est pas limitée à la forme sensiblement pentagonale représentée sur les Figures 2B et 2C. La forme et les dimensions du verrou seront avantageusement choisies de manière à permettre une obturation totale de l'ouverture 23 de la rainure 20. On veillera tout particulièrement à ce que les bords 521 du verrou soient suffisamment prononcés afin d'obtenir une butée satisfaisante et stable des bords du verrou contre les extrémités 13 des dents, de manière à éviter que le verrou ne pivote ou ne bascule sur lui-même, et ne se détache accidentellement du disque 1.

[0049] Le verrou peut optionnellement comprendre un bec 541 permettant de faciliter sa préhension par un utilisateur et facilitant ainsi sa mise en place ou son retrait, et peut être muni d'un orifice 551 afin de le fixer à une cale 60 sous-jacente décrite dans la suite.

[0050] De préférence, lorsqu'une pièce amovible 502 est montée à l'extrémité 13 d'une dent, elle éclipse entièrement ladite extrémité de la dent. De manière davantage préférée, la forme (ou section) d'une pièce amovible correspond à la forme de l'extrémité de la dent sur laquelle elle est montée, de manière à prolonger la dent de manière continue. Ainsi, la pièce amovible 502 comprend notamment des sillons 552 correspondant à ceux des dents 10. Cette complémentarité des formes permet avantageusement d'obtenir une dent, lorsque la pièce amovible est montée à son extrémité, dont la structure est sensiblement similaire à l'état de l'art, à l'exception bien sûr du caractère amovible de son extrémité, ce qui offre l'avantage notamment de pouvoir mettre en oeuvre le système de maintien selon l'invention sur des disques de rotor préexistants par découpe des extrémités 13 des dents en saillie afin d'obtenir des pièces amovibles 502.

[0051] Cependant, on pourra également prévoir d'autre mode de réalisation concernant la forme des pièces amovibles, notamment des pièces annulaires, carrées, ou encore triangulaires, par exemple.

[0052] Selon le mode de réalisation illustré sur la Figure 3, la pièce amovible 502, une fois montée sur une extrémité 13 d'une dent 10, vient en appui contre ladite extrémité 13 de la dent. Pour ce faire, la pièce amovible 502 comprend deux bords latéraux 522, et une partie centrale 512 faisant saillie sur la surface aval de la pièce, de manière à former des retraits latéraux 532. Ainsi, lorsque les pièces amovibles 502 sont montées contre le verrou 501, la partie centrale 512 de chaque pièce amovible vient en appui contre l'extrémité 13 de la dent correspondante, et les retraits latéraux 532 des pièces amovibles 502 viennent en appui contre les bords 521 du verrou 501.

[0053] Par ailleurs, de manière optionnelle, une cale 60 est insérée dans la rainure 20, entre le fond 21 de la rainure et la base 34 du pied de l'aube. Lorsque le verrou 501 est en place, la cale 60 est située sous le verrou, c'est-à-dire entre la périphérie du disque et le verrou. La cale 60 permet d'exercer une force dirigée radialement vers l'extérieur du disque sur le pied d'aube 31, poussant ainsi les côtés 32 du pied d'aube contre les bordures latérales 22 de la rainure, ce qui limite le mouvement de l'aube par rapport au disque, et tout particulièrement le déplacement radial de l'aube et la rotation de l'aube autour de l'axe de son pied (déplacement circonférentiel). La cale 60 peut être munie d'un orifice afin d'être fixée au bec 541 du verrou 501 par on orifice 551, au moyen d'une tige par exemple.

[0054] Les pièces amovibles 502 et les extrémités 13 des dents comportent avantageusement des moyens d'attache permettant de relier lesdites pièces amovibles auxdites extrémités des dents. De préférence, les moyens d'attache comprennent respectivement un pre-

mier orifice 542 axial prévu sur les pièces amovibles 520 et un deuxième orifice 15 axial prévu dans les extrémités 13 des dents. Lorsque les pièces amovibles 502 sont montées sur les extrémités 13 des dents, les premier 542 et deuxième 15 orifices sont alignés, et sont destinés à recevoir une tige, afin d'attacher les pièces amovibles à l'extrémité des dents.

[0055] À cette même fin, les dents 10 peuvent en outre comporter un troisième orifice 16 sur leur face supérieure 12, au voisinage de leur extrémité 13, ledit troisième orifice 16 étant orthogonal au deuxième orifice 15, débouchant sur le deuxième orifice, et étant apte à recevoir par exemple un écrou tonneau.

[0056] On prévoit avantageusement un système de maintien adapté pour interdire la rotation des pièces amovibles 502 autour de l'axe de la tige insérée dans l'orifice 542 qui les relie à l'extrémité 13 des dents. On pourra envisager tout moyen connu d'indexation angulaire permettant d'interdire la rotation des pièces amovibles 502. Il s'agit par exemple de deux orifices supplémentaires aménagés respectivement dans les pièces amovibles et dans les extrémités des dents, parallèlement au premier orifice 542 et au deuxième orifice 15 précédents, et d'une tige logée dans lesdits orifices supplémentaires. Il peut également s'agir d'un pion ou un doigt d'indexation adapté pour venir se loger dans lesdits orifices supplémentaires. Les pièces amovibles peuvent également comprendre un épaulement venant en appui contre la face supérieure 12 des dents 10.

[0057] Un avantage du système de maintien selon l'invention est qu'il permet de rendre utilisable l'espace situé en périphérie du disque, sur l'épingle 2 de disque lorsque ce dernier est de type à forme en épingle, habituellement nécessaire à l'insertion ou au retrait du verrou au niveau de l'ouverture 23 de la rainure 20.

[0058] Par conséquent, le système de maintien permet d'assouplir les contraintes de dimensionnement liées au positionnement de l'élément de fixation 41 de la virole sur le disque 1 prévu sur l'avancée 40 de l'épingle 2 de disque. L'élément 41 de fixation virole-disque, et par extension l'avancée 40, peut en effet être positionné plus haut sur l'épingle du disque, au niveau de la périphérie du disque, c'est-à-dire être plus éloignée du centre du disque, comme l'illustre la flèche 46 de la Figure 4.

[0059] En reprenant le mode de réalisation courant de la fixation de la virole 43 sur l'épingle 2 de disque, l'avancée 40 fait saillie au disque 1. L'avancée 40 comprend un élément de fixation 41 qui se présente avantageusement sous la forme d'un crochet et qui est muni d'un orifice 42 de fixation de la virole au disque 1. La flèche 46 indique que le crochet de l'élément de fixation 41 est positionné plus haut sur l'épingle 2 de disque, c'est-à-dire plus éloignée radialement du centre du disque, par rapport à l'existant.

[0060] On comprendra que l'élément 41 de fixation de la virole 43 au disque 1 n'est pas limité au crochet illustré sur la Figure 4.

[0061] Le système de maintien selon l'invention permet ainsi de diminuer le porte-à-faux de la virole (ou le « jeu » de la virole ») qui correspond à la partie D de virole qui s'étend de l'élément de fixation 41 (de l'avancée 40) jusqu'à sa périphérie externe (sur la Figure 4, il s'agit de la partie « haute » de la virole). On diminue ainsi le couple entre la fixation de la virole et la périphérie externe de la virole.

[0062] Il en résulte deux effets principaux pour l'ensemble rotatif de la turbomachine équipé du système de maintien des aubes selon l'invention :

- Un gain de performance aérodynamique, par limitation des déplacements radiaux de la virole, et par extension de la plate-forme rattachée à la virole.
- Un gain de masse, en ce qu'il est possible de réduire l'épaisseur et donc la masse de la virole, du fait d'un prérequis de solidité plus faible de la virole, puisque cette dernière est moins sollicitée mécaniquement.

Revendications

1. Ensemble rotatif de turbomachine, comprenant :

- un disque (1) de rotor comprenant circonférentiellement une alternance de dents (10) et de rainures (20) périphériques, lesdites rainures (20) étant munies d'une ouverture (23) bordée par les extrémités (13) des dents,
- une pluralité d'aubes (30) présentant des pieds (31) positionnés dans les rainures (20),
- un système de maintien axial desdites aubes (30), comprenant au moins un verrou (501) amovible monté en appui contre les extrémités axiales amont (13) des dents (10) du disque (1),

le verrou (501) étant monté en appui contre les extrémités axiales amont (13) de deux dents (10) consécutives du disque (1) de manière à obturer l'ouverture (23) de la rainure (20) de l'aube (30) correspondante, l'ensemble rotatif étant **caractérisé en ce que** ledit verrou (501) est une pièce comprenant une partie centrale (511) de laquelle s'étendent des bords (521), la partie centrale (511) du verrou obturant l'ouverture (23) de la rainure (20) et venant en appui contre le front amont (33) du pied d'aube, lorsque le verrou (501) est en place, les bords (521) du verrou venant alors en appui contre les extrémités (13) des dents (10), ledit système de maintien axial comprenant en outre des pièces amovibles (502) adaptées pour être montées aux extrémités axiales amont (13) des dents (10) pour bloquer ledit verrou (501) par serrage des bords (521) dudit verrou entre lesdites pièces amovibles (502) et les deux dents (10) consécutives une fois le verrou mis en place contre les extrémités axiales amont (13) desdites dents (10).

2. Ensemble rotatif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les pièces amovibles (502) ont une forme correspondant à la forme des extrémités (13) des dents (10) sur lesquelles elles sont montées, de manière à prolonger les dents (10) de manière continue.

3. Ensemble rotatif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les pièces amovibles (502) sont montées aux extrémités (13) des dents (10) par vissage.

4. Ensemble rotatif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les bords latéraux (521) du verrou (501) sont destinés à être enserrés par les extrémités (13) des dents et les pièces amovibles (502).

5. Ensemble rotatif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le disque de rotor étant du type à forme en épingle (2), **en ce qu'**il comprend une épingle (2) dudit disque présentant un profil recourbé en tête d'épingle qui s'éloigne radialement de l'axe du disque vers l'amont, les pièces amovibles (502) font saillie du disque (1) de rotor et sont à l'aplomb d'une avancée (40) de l'épingle (2) de disque.

6. Ensemble rotatif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'épingle (2) de disque est munie à son avancée (40) d'un élément de fixation (41) d'une virole (43) au disque, de préférence se présentant sous la forme d'un crochet, de sorte que le verrou (501) est monté à l'aplomb de l'élément de fixation (41) de la virole au disque.

7. Ensemble rotatif selon l'une des revendications 5 ou 6, **caractérisé en ce que**, entre l'avancée (40) de l'épingle (2) de disque et les dents (10), l'épingle (2) de disque est dépourvue d'espace (E) d'insertion et/ou de retrait du verrou (501).

8. Turbomachine **caractérisée en ce qu'**elle comprend un ou plusieurs ensemble(s) rotatif(s) comprenant au moins un système de maintien axial d'une aube (30) du disque (1) de rotor selon l'une des revendications précédentes.

9. Procédé de montage d'un système de maintien axial d'une aube sur un ensemble rotatif de turbomachine selon l'une des revendications 1 à 7, l'ensemble rotatif comprenant un disque (1) de rotor muni circonférentiellement d'une alternance de dents (10) et de rainures (20) périphériques, lesdites rainures (20) étant munies d'une ouverture (23) bordée par les extrémités (13) des dents, et au moins une aube (30) dont le pied (31) est inséré dans une rainure (20), le procédé de montage étant **caractérisé en ce qu'**il comprend :

- le montage d'au moins un verrou (501) en appui contre les extrémités (13) des dents (10), de manière à obturer l'ouverture (23) de la rainure (20) d'une aube correspondante,
- le montage des pièces amovibles (502) aux extrémités (13) des dents (10) afin de bloquer le verrou (501) par serrage dudit verrou entre lesdites pièces amovibles (502) et les dents (10).

Patentansprüche

1. Rotationseinheit einer Strömungsmaschine, umfassend:

- eine Rotorscheibe (1), die auf ihrem Umfang eine Wechselfolge von peripheren Zähnen (10) und von Rillen (20) umfasst, wobei die Rillen (20) mit einer Öffnung (23) ausgestattet sind, die von den Enden (13) der Zähne gesäumt ist,
- eine Vielzahl von Schaufeln (30), die Füße (31) aufweisen, die in den Rillen (20) positioniert sind,
- ein axiales Haltesystem der Schaufeln (30), umfassend mindestens einen lösbaren Riegel (501), der in Abstützung auf den vorgelagerten axialen Enden (13) der Zähne (10) der Scheibe (1) angebracht ist,

wobei der Riegel (501) in Abstützung auf den vorgelagerten axialen Enden (13) von zwei aufeinanderfolgenden Zähnen (10) der Scheibe (1) derart angebracht ist, dass die Öffnung (23) der Rille (20) der entsprechenden Schaufel (30) verschlossen ist, wobei die Rotationseinheit **dadurch gekennzeichnet ist, dass** der Riegel (501) ein Teil ist, das einen zentralen Abschnitt (511) umfasst, von dem sich Ränder (521) erstrecken, wobei der zentrale Abschnitt (511) des Riegels die Öffnung (23) der Rille (20) verschließt und in Abstützung auf den vorgelagerten Front (33) des Schaufelfußes gelangt, wenn der Riegel (501) platziert ist, wobei die Ränder (521) des Riegels dann in Abstützung auf den Enden (13) der Zähne (10) gelangen, wobei das axiale Haltesystem ferner lösbare Teile (502) umfasst, die für die Anbringung an den vorgelagerten axialen Enden (13) der Zähne (10) zum Blockieren des Riegels (501) durch Spannen der Ränder (521) des Riegels zwischen den lösbaren Teilen (502) und den zwei aufeinanderfolgenden Zähnen (10) geeignet ist, sobald der Riegel auf den vorgelagerten axialen Enden (13) der Zähne (10) platziert ist.

2. Rotationseinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lösbaren Teile (502) eine

Form haben, die der Form der Enden (13) der Zähne (10) entspricht, auf denen sie angebracht sind, so dass die Zähne (10) kontinuierlich verlängert werden.

3. Rotationseinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lösbaren Teile (502) an den Enden (13) der Zähne (10) durch Schrauben angebracht sind.

4. Rotationseinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die seitlichen Ränder (521) des Riegels (501) bestimmt sind, von den Enden (13) der Zähne und den lösbaren Teilen (502) umschlossen zu sein.

5. Rotationseinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorscheibe vom nadelförmigen Typ (2) ist, dass sie eine Nadel (2) der Scheibe umfasst, aufweisend ein wie ein Nadelkopf gekrümmtes Profil, das sich radial von der Achse der Scheibe nach vorgelagert verlängert, wobei die lösbaren Teile (502) über die Rotorscheibe (1) hinausragen und zu einem Vorsprung (40) der Scheibennadel (2) lotrecht sind.

6. Rotationseinheit nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheibennadel (2) an ihrem Vorsprung (40) mit einem Befestigungselement (41) eines Adapters (43) an der Scheibe ausgestattet ist, vorzugsweise in Form eines Hakens, so dass der Riegel (501) lotrecht zum Befestigungselement (41) des Adapters an der Scheibe angebracht ist.

7. Rotationseinheit nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheibennadel (2) zwischen dem Vorsprung (40) der Scheibennadel (2) und den Zähnen (10) ohne Platz (E) zum Einsetzen und/oder Entfernen des Riegels (501) ist.

8. Strömungsmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine oder mehrere Rotationseinheit(en) umfasst, umfassend mindestens ein axiales Haltesystem einer Schaufel (30) der Rotorscheibe (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

9. Montageverfahren eines axialen Haltesystems einer Schaufel auf einer Rotationseinheit einer Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Rotationseinheit eine Rotorscheibe (1) umfasst, die auf ihrem Umfang mit einer Wechselfolge von peripheren Zähnen (10) und von Rillen (20) versehen ist, wobei die Rillen (20) mit einer Öffnung (23) ausgestattet sind, die von den Enden (13) der Zähne gesäumt sind, und mindestens eine Schaufel (30), deren Fuß (31) in eine Rille (20) eingesetzt ist, wobei das Montageverfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass** es umfasst:

- die Montage mindestens eines Riegels (501) in Abstützung auf den Enden (13) der Zähne (10), so dass die Öffnung (23) der Rille (20) einer entsprechenden Schaufel verschlossen wird,
- die Montage der lösbaren Teile (502) an den Enden (13) der Zähne (10), um den Riegel (501) durch Spannen des Riegels zwischen den lösbaren Teilen (502) und den Zähnen (10) zu blockieren.

Claims

1. A turbomachine rotary assembly, comprising:

- a rotor disk (1) comprising circumferentially an alternation of peripheral teeth (10) and grooves (20), said grooves (20) being provided with an opening (23) bordered by the ends (13) of the teeth,
- a plurality of blades (30) having roots (31) positioned in the grooves (20),
- an axial retention system of said blades (30), comprising at least one removable lock (501) mounted bearing against the upstream axial ends (13) of the teeth (10) of the disk (1),

the lock (501) being mounted bearing against the upstream axial ends (13) of two consecutive teeth (10) of the disk (1) so as to block the opening (23) of the groove (20) of the corresponding blade (30), the rotary assembly being **characterized in that** said lock (501) is a part having a central portion (511) from which the edges (521) extend, the central portion (511) of the lock blocking the opening (23) of the groove (20) and bearing against the upstream front (33) of the blade root, when the lock (501) is installed, the edges (521) of the lock then bearing against the ends (13) of the teeth (10), said axial retention system further including removable parts (502) suitable for being mounted at the upstream axial ends (13) of the teeth (10) to block said lock (501) by clamping the edges (521) of said lock between said removable parts (502) and the two consecutive teeth (10) once the lock is installed against the upstream axial ends (13) of said teeth (10).

2. The rotary assembly according to claim 1, **characterized in that** the removable parts (502) have a shape corresponding to the shape of the ends (13) of the teeth (10) on which they are mounted, so as to continuously prolong the teeth (10).

3. The rotary assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** the removable parts (502) are mounted at the ends (13) of the teeth

(10) by screwing.

4. The rotary assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** the side edges (521) of the lock (501) are designed to be clamped by the ends (13) of the teeth and the removable parts (502).

5. The rotary assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that**, the rotor disk being of the pin-shaped (2) type, **in that** it comprises a pin (2) of said disk having a curved pin-head shaped profile which extends radially in the upstream direction from the axis of the disk, the removable parts (502) protrude from the rotor disk (1) and are vertically in line with a prominence (40) of the disk pin (2).

6. The rotary assembly according to claim 5, **characterized in that** the disk pin (2) is provided at its prominence (40) with an attachment element (41) of a shroud (43) to the disk, preferably being in the form of a hook, so that the lock (501) is mounted vertically in line with the attachment element (41) of the shroud to the disk.

7. The rotary assembly according to one of claims 5 or 6, **characterized in that**, between the prominence (40) of the disk pin (2) and the teeth (10), the disk pin (2) has no space (E) for insertion and/or removal of the lock (501).

8. A turbomachine **characterized in that** it comprises one or more rotary assembly(ies) comprising at least one axial retention system of a blade (30) of the rotor disk (1) according to one of the preceding claims.

9. A mounting method of an axial retention system of a blade on a turbomachine rotary assembly according to one of claims 1 to 7, the rotary assembly comprising a rotor disk (1) provided circumferentially with an alternation of peripheral teeth (10) and grooves (20), said grooves (20) being provided with an opening (23) bordered by the ends (13) of the teeth, and at least one blade (30) the root (31) whereof is inserted in a groove (20), the mounting method being **characterized in that** it comprises:

- the mounting of at least one lock (501) bearing against the ends (13) of the teeth (10), so as to block the opening (23) of the groove (20) of a corresponding blade,
- the mounting of the removable parts (502) at the ends (13) of the teeth (10) so as to block the lock (501) by clamping said lock between said removable parts (502) and the teeth (10).

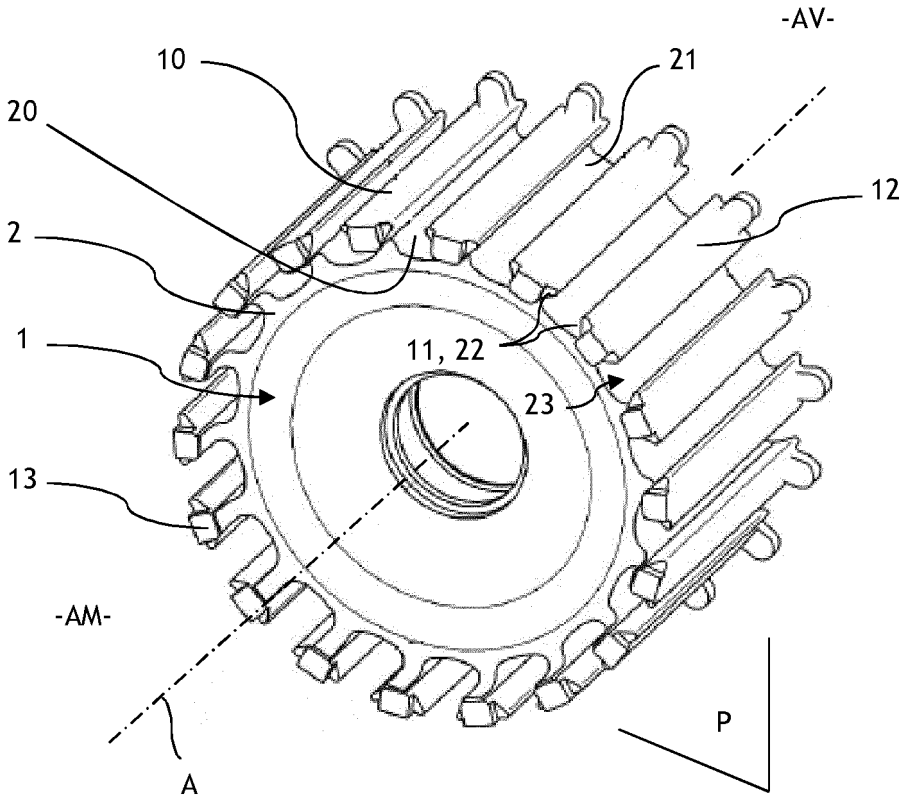


FIGURE 1

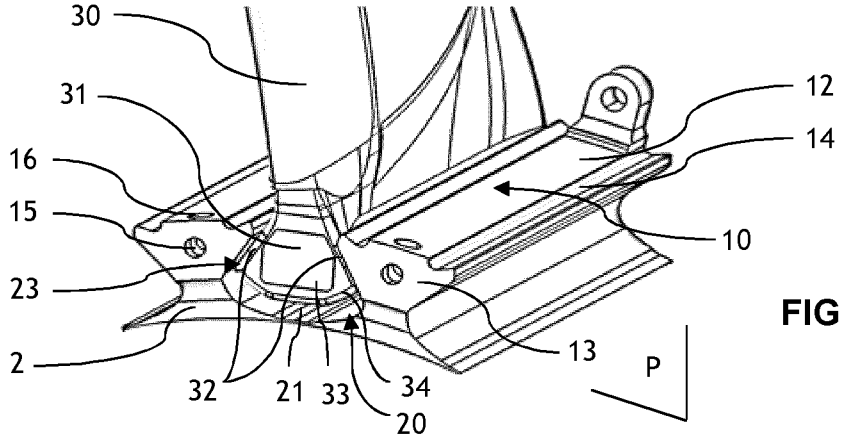


FIGURE 2A

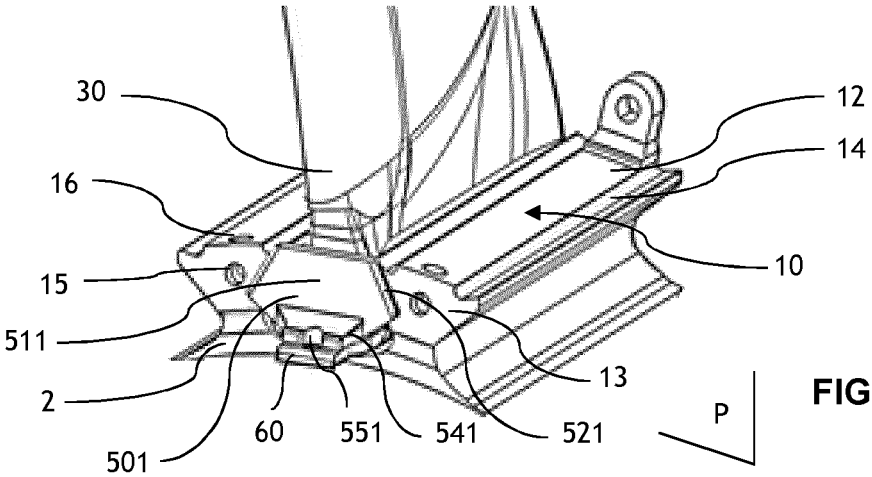


FIGURE 2B

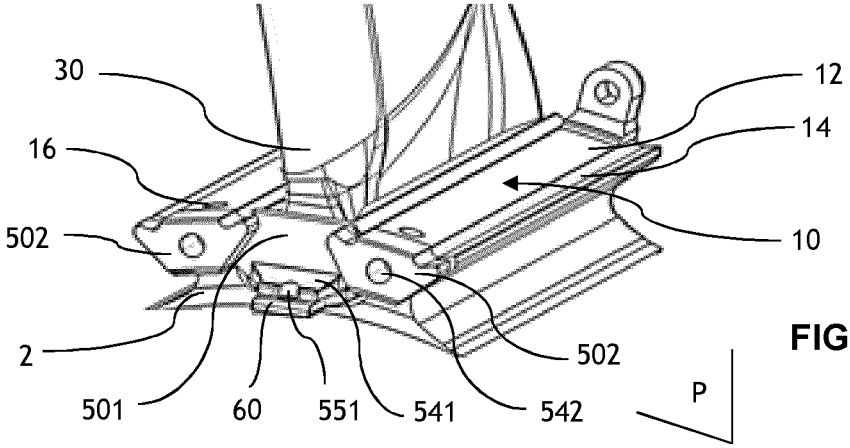


FIGURE 2C

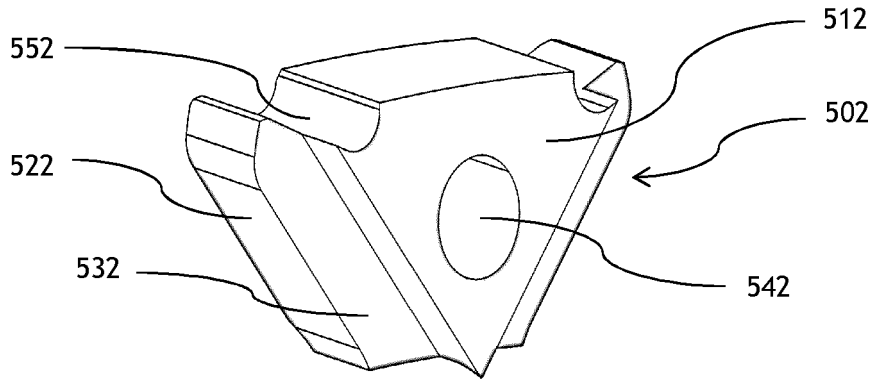


FIGURE 3

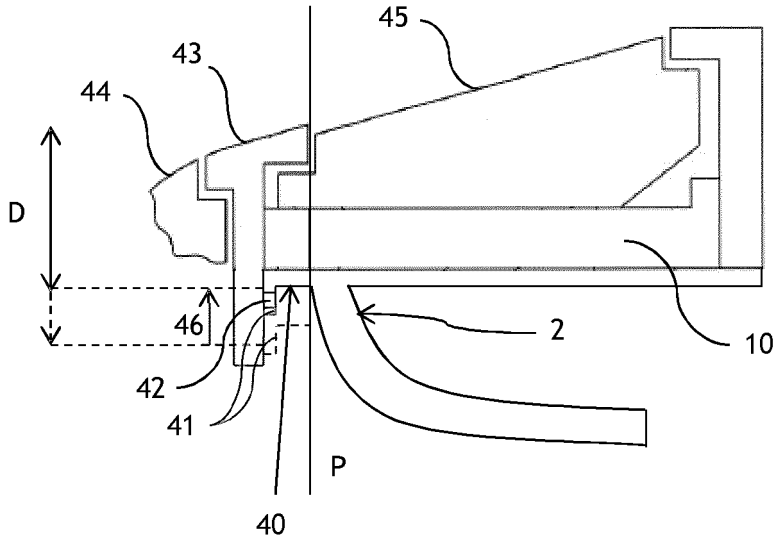


FIGURE 4

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 2974864 **[0009]**
- US 6634863 B **[0010]**
- US 3936222 A **[0011]**
- US 4502841 A **[0011]**
- US 5259728 A **[0011]**