



(11) **EP 1 621 732 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
12.03.2008 Bulletin 2008/11

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

(21) Numéro de dépôt: **05291560.0**

(22) Date de dépôt: **20.07.2005**

(54) **Disque de rotor de turbomachine**

Rotorscheibe einer Turbomaschine

Turbomachine rotor disk

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(30) Priorité: **28.07.2004 FR 0408337**

(43) Date de publication de la demande:
01.02.2006 Bulletin 2006/05

(73) Titulaire: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Chatel, Alain**
77000 Vaux le Penil (FR)

• **Dezouche, Laurent**
91830 Le Coudray-Montceau (FR)
• **Joly, Philippe**
77000 Vaux le Penil (FR)

(74) Mandataire: **Ramey, Daniel et al**
Ernest Gutmann - Yves Plasseraud S.A.S.
3, rue Auber
75009 Paris (FR)

(56) Documents cités:
FR-A- 1 541 373 **FR-A- 2 519 073**
FR-A- 2 616 480

EP 1 621 732 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un disque de rotor de turbomachine, du type comprenant une surface cylindrique extérieure formée avec une rainure périphérique dans laquelle sont retenus les pieds des aubes du disque.

[0002] Les pieds des aubes sont introduits dans la rainure du disque par une fenêtre formée dans cette rainure et sont retenus radialement et axialement par rapport à l'axe de la turbomachine par coopération de formes, la rainure étant par exemple à section transversale en queue d'aronde ou analogue.

[0003] Pour éviter que les pieds des aubes coulisent librement dans la rainure du disque et sortent de celle-ci par la fenêtre précitée, on introduit par cette fenêtre, dans la rainure du disque, un organe de verrouillage destiné à être déplacé dans la rainure par coulissement jusqu'à une encoche de retenue formée dans la rainure.

[0004] Par le document FR-A-2 810 366, on connaît des organes de verrouillage qui comprennent une vis radiale dont la tête est disposée entre deux pieds d'aubes et prend appui sur le fond de la rainure. Le serrage de la vis permet de déplacer radialement vers l'extérieur l'organe de verrouillage et de le bloquer dans l'encoche précitée de la rainure pour assurer le verrouillage des aubes dans la rainure du disque.

[0005] Les pieds des aubes sont en général montés avec jeu dans la rainure périphérique du disque. En fonctionnement de la turbomachine, les aubes sont soumises à des forces centrifuges importantes et à des vibrations susceptibles de provoquer le desserrage ou le grippage de la vis de l'organe de déverrouillage.

[0006] Une solution à ce problème consiste à déformer la partie de l'organe de verrouillage qui reçoit la vis pour bloquer celle-ci en rotation. Toutefois, cette déformation par compression est difficile ou impossible à réaliser quand le pas entre les aubes est faible et gêne ou empêche la mise en place d'un outil de compression.

[0007] On a aussi constaté des cas de grippage des vis rendant impossible le démontage des organes de verrouillage et obligeant à les détruire à la perceuse, ce qui peut endommager le disque du rotor.

[0008] On connaît également, par les documents FR-A-2 616 480 et FR-A 1 541 373, des dispositifs de verrouillage des pieds d'aubes, qui sont des pièces élastiquement déformables en U ou en Ω à ouverture tournée vers l'ouverture de la rainure et dont on rapproche les extrémités libres l'une de l'autre au moyen d'un outil approprié pour resserrer ces pièces sur elles-mêmes et les faire coulisser dans la rainure jusque dans des positions prédéterminées de blocage. Il n'est pas toujours facile d'attraper les extrémités de ces pièces et de les resserrer au moyen de l'outil pour les faire coulisser dans la rainure jusque dans leurs zones de blocage, et leurs déplacements en sens inverse, pour le déverrouillage des pieds des aubes et le démontage des aubes, s'avèrent en général plus difficiles encore.

[0009] L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, économique et efficace à ces problèmes.

[0010] Elle propose à cet effet un disque de rotor de turbomachine selon la revendication 1, portant des aubes dont les pieds sont engagés et retenus dans une rainure périphérique extérieure du disque, cette rainure comprenant une fenêtre d'introduction des pieds des aubes et au moins une encoche de retenue d'un organe de verrouillage monobloc et élastiquement déformable en forme de U ou de Ω correspondant à la forme en section transversale de la rainure, qui est introduit dans la rainure par la fenêtre et est dimensionné pour être reçu et retenu dans l'encoche quand il est à l'état libre sensiblement sans contrainte ou en faible contrainte, et pour être déplaçable par coulissement dans la rainure quand il est à l'état contraint et déformé élastiquement, caractérisé en ce que l'ouverture de l'organe de verrouillage est orientée vers le fond de la rainure quand l'organe de verrouillage est monté dans la rainure.

[0011] L'invention présente de nombreux avantages. L'organe de verrouillage est monobloc et donc plus simple et moins coûteux que certains organes de verrouillage de la technique antérieure. Tout risque de grippage des vis de blocage est évité, ainsi que les risques de mauvais montage dus à un serrage des vis non effectué.

[0012] De plus, le disque ne porte qu'un seul type d'aubes car il n'est plus nécessaire de monter des aubes spéciales de part et d'autre de l'organe de verrouillage, ces aubes spéciales étant conformées pour permettre le passage et l'actionnement de la vis de serrage de la technique antérieure.

[0013] En outre, le fait que l'ouverture de l'organe de verrouillage soit tournée vers le fond de la rainure permet de le resserrer par compression, sans outil spécifique.

[0014] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, l'organe de verrouillage comprend une bande métallique pliée ou coudée à la forme de la section transversale de la rainure et réalisée en un acier résistant aux températures élevées, par exemple en alliage Nickel — Chrome.

[0015] L'organe de verrouillage comporte une partie centrale et deux ailes ou languettes latérales reliées par cette partie centrale, ainsi qu'une plaquette métallique fixée, par exemple par sertissage, sur la face radialement externe de ladite partie centrale, cette plaquette métallique ayant une forme conjuguée de celle de l'encoche de retenue.

[0016] L'organe de verrouillage peut alors être déformé élastiquement par appui sur sa partie centrale, cet appui étant exercé radialement vers l'intérieur depuis l'ouverture de la rainure pour déplacer radialement la plaquette vers le fond de la rainure.

[0017] L'encoche de retenue formée dans la rainure précitée comprend deux cavités formées face à face dans les parois latérales de la rainure et destinées à recevoir les bords de la plaquette, qui s'engagent dans ces cavités par déplacement radial vers l'extérieur à la dé-

tente élastique de l'organe de verrouillage, en bloquant ainsi cet organe dans la rainure du disque. Les deux cavités débouchent radialement sur la surface cylindrique du disque dans laquelle est formée la rainure.

[0018] L'invention concerne également un compresseur de turboréacteur, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un disque de rotor tel que décrit ci-dessus, et une turbomachine telle qu'un turboréacteur, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un disque de rotor tel que décrit ci-dessus.

[0019] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront 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 vue schématique partielle en perspective de la rainure d'un disque de réception de l'organe de verrouillage selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique en perspective de l'organe de verrouillage selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue schématique partielle en coupe transversale représentant l'organe de verrouillage selon l'invention monté dans la rainure périphérique d'un disque ;
- la figure 4 est une vue schématique partielle en coupe transversale représentant l'organe de verrouillage selon l'invention engagé dans une encoche de retenue de la rainure du disque.

[0020] On a représenté en figure 1 un disque 12 de rotor de turbomachine, notamment d'un compresseur haute-pression ou basse-pression d'un turboréacteur, ce disque 12 comprenant sur sa périphérie externe une surface cylindrique 14 dans laquelle est formée une rainure 16 débouchant radialement vers l'extérieur.

[0021] Cette rainure 16 a de façon classique une section transversale en queue d'aronde, en sapin ou analogue. La rainure 16 du disque 12 a dans l'exemple représenté un fond 18 annulaire sensiblement plat et deux parois latérales 20 comportant chacune sur une partie radialement externe un rebord axial 22 orienté vers la paroi latérale 20 opposée, l'ouverture de la rainure 16 étant plus étroite que son fond 18.

[0022] La rainure comprend une fenêtre 24 d'introduction des pieds 26 d'aubes 10 du disque 12, qui ont une forme complémentaire de celle de la rainure 16.

[0023] Cette fenêtre 24 est formée par découpe des rebords 22 précités des parois latérales 20 de la rainure 16 sur une longueur ou dimension circonférentielle légèrement supérieure à celle d'un pied d'aube, pour que celui-ci puisse être introduit dans la fenêtre 24 par translation radiale depuis l'extérieur de la rainure.

[0024] La rainure 16 comprend en outre au moins une encoche 28 de retenue d'un organe selon l'invention de verrouillage des pieds 26 des aubes dans la rainure 16 du disque 12. L'encoche 28 est formée par deux cavités 32 qui sont découpées l'une en face de l'autre dans les rebords 22 de la rainure 16 et qui débouchent radiale-

ment sur la surface cylindrique 14 du disque à l'extérieur de la rainure.

[0025] L'organe de verrouillage 100 représenté aux figures 2 à 4 est monobloc et est formé d'une bande métallique pliée ou coudée sensiblement en forme de Ω dont l'ouverture est orientée vers le fond 18 de la rainure 16 du disque 12 quand l'organe 100 est introduit dans la rainure 16.

[0026] L'organe de verrouillage 100 comprend une partie centrale 102 sensiblement plane et deux ailes ou languettes 104 latérales reliées à la partie centrale 102 et pliées en V très ouvert, les sommets de ces V étant plus écartés que les extrémités des languettes, qui s'appuient sur le fond 18 de la rainure par des rebords 106 incurvés en arc de cercle.

[0027] L'organe de verrouillage 100 comprend en outre une plaquette métallique 108 fixée, par exemple par sertissage, sur la face radialement externe de la partie centrale 102 précitée. Cette plaquette 108 a une forme sensiblement conjuguée de celle de la partie extérieure de la rainure 16 et comprend deux branches latérales 110 obliques sensiblement parallèles aux faces internes des rebords 22 de la rainure 16.

[0028] Les dimensions de l'organe 100 à l'état libre correspondent approximativement à celles de l'encoche 28 pour que cet organe 100 soit à l'état libre ou faiblement précontraint quand il est dans l'encoche.

[0029] Au montage, l'organe de verrouillage 100 est introduit dans la fenêtre 24 précitée à l'état libre sensiblement sans contrainte ou déformation, puis il est un peu aplati par appui sur la partie centrale 102, cet appui étant exercé radialement vers l'intérieur depuis l'ouverture de la rainure 16 et entraînant le glissement des extrémités incurvées des languettes sur le fond 12 de la rainure 16 et leur rapprochement jusqu'à ce que les branches latérales 110 de la plaquette 106 soient radialement à l'intérieur des rebords 22 de la rainure 16 du disque 12. L'organe de verrouillage 100 est alors déplaçable par translation dans la rainure 16, dans un état contraint représenté en figure 3.

[0030] Quand l'organe de verrouillage 100 est amené jusqu'à une encoche 28 de la rainure 16, les branches latérales de la plaquette 108 sont libérées des rebords 22 et s'engagent dans les cavités précitées 32 de l'encoche 28 par translation radiale à la détente élastique des languettes 104. L'organe de verrouillage 100 retrouve alors un état libre ou en contrainte faible comme représenté en figure 4. Il reste immobilisé dans la rainure 16 du disque 12 du fait de l'engagement de la plaquette 108 dans l'encoche 28 de la rainure 16.

[0031] La plaquette 108 de l'organe de verrouillage 100 peut comprendre ou former des moyens de prise ou d'engagement par un outil pour le déplacement de l'organe 100 dans la rainure 16. Ces moyens sont par exemple un orifice radial formé dans la plaquette 108.

[0032] Le disque 12 comprend au moins une et de préférence deux encoches de retenue 28 et deux organes de verrouillage logés dans ces encoches.

[0033] Le montage des aubes 10 sur le disque 12 se fait de la façon suivante :

- on introduit les pieds des aubes 10 les uns après les autres dans la fenêtre 24 et on les déplace en translation dans la rainure 16, en intercalant entre les pieds des aubes deux organes de verrouillage 100, qui sont séparés l'un de l'autre d'une distance angulaire correspondant à la distance angulaire séparant leurs encoches de retenue 28,
- on introduit le pied de la dernière aube dans la fenêtre 24, et on déplace l'ensemble des aubes et des organes de verrouillage dans la rainure 16 pour amener les organes de verrouillage dans leurs encoches 28.

[0034] L'encliquetage des organes de verrouillage dans les encoches 28 assure l'immobilisation de l'ensemble des aubes sur le disque. Dans cette position, la fenêtre d'introduction 24 s'étend à cheval sur deux pieds d'aubes. Le jeu entre les aubes est suffisant pour permettre le passage d'un outil entre deux pieds d'aubes adjacents, pour agir sur les organes de verrouillage et les amener à l'état contraint dans lequel ils sont déplaçables par translation dans la rainure 16, pour le démontage des aubes.

[0035] Ce jeu n'est toutefois pas assez important pour qu'un pied d'aube puisse se trouver entièrement dans la fenêtre 24 quand les organes 100 sont encliquetés dans les encoches 28. Typiquement, ce jeu est de l'ordre de quelques millimètres. Le nombre d'aubes montées sur un disque est relativement élevé et peut être de 90 à 100.

[0036] Les organes de verrouillage 100 sont réalisés en acier, par exemple en acier à ressort, résistant aux températures élevées. Un tel acier est par exemple un alliage Nickel-Chrome.

Revendications

1. Disque de rotor de turbomachine, comportant des aubes (10) et un organe de verrouillage (100), les pieds (26) des aubes (10) étant extérieure (16) du disque (12) par l'organe de verrouillage, cette rainure (16) comprenant une fenêtre d'introduction (24) des pieds (26) des aubes (10) et au moins une encoche de retenue (28) de l'organe de verrouillage (100), cet organe étant monobloc et élastiquement déformable en forme de U ou de Ω correspondant à la forme en section transversale de la rainure, et étant introduit dans la rainure (16) par la fenêtre (24) et dimensionné pour être reçu et retenu dans l'encoche (28) quand il est à l'état libre sensiblement sans contrainte ou en faible contrainte, et pour être déplaçable par coulissement dans la rainure (16) quand il est à l'état contraint et déformé élastiquement, **caractérisé en ce que** l'ouverture de l'organe de verrouillage (100) est orientée vers le fond (18) de la

rainure (16) quand l'organe de verrouillage (100) est monté dans la rainure (16).

2. Disque de rotor selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'organe de verrouillage (100) comporte une partie centrale (102) et deux ailes ou languettes latérales (104) reliées par cette partie centrale (102), ainsi qu'une plaquette métallique (108) fixée, par exemple par sertissage, sur la face radialement externe de sa partie centrale (102).
3. Disque de rotor selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la plaquette métallique (108) a une forme conjuguée de celle de l'encoche de retenue (28).
4. Disque de rotor selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'organe de verrouillage (100) est déformé élastiquement par appui sur sa partie centrale (102), cet appui étant exercé radialement vers l'intérieur depuis l'ouverture de la rainure (16) et déplaçant ladite plaquette radialement vers le fond de la rainure.
5. Disque de rotor selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'encoche de retenue (28) formée dans la rainure (16) précitée comprend deux cavités (32) formées face à face dans les parois latérales (20) de la rainure (16) et destinées à recevoir les bords de la plaquette métallique (108) précitée, qui s'engagent dans ces cavités (32) par déplacement radial vers l'extérieur à la détente élastique de l'organe de verrouillage (100).
6. Disque de rotor selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les deux cavités (32) précitées débouchent radialement sur la surface cylindrique (14) du disque (12) dans laquelle est formée la rainure (16).
7. Disque de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'organe de verrouillage (100) comprend une bande métallique pliée ou coudée à la forme de la section transversale de la rainure (16) et réalisée en un acier résistant aux températures élevées, par exemple en alliage Nickel - Chrome.
8. Compresseur de turboréacteur, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un disque de rotor selon l'une des revendications précédentes.
9. Turbomachine telle qu'un turboréacteur, **caractérisée en ce qu'elle** comprend au moins un disque de rotor selon l'une des revendications précédentes.

Claims

1. A rotor disk for a turbomachine, comprising blades

- (10) and a locking member (100), the roots (26) of the blades (10) being engaged in and retained in an outer peripheral groove (16) of the disk (12) by the locking member, said groove (16) including an insertion window (24) for inserting the roots (26) of the blades (10), and at least one retaining notch (28) for retaining the locking member (100), this locking member being in one piece and elastically deformable of U- or Ω -shape, corresponding to the cross-sectional shape of the groove, and being inserted in the groove (16) via the window (24) and dimensioned so as to be received and retained in the notch (28) when in the free state substantially without stress or with little stress, and to be movable by sliding along the groove (16) when in an elastically deformed and stressed state, the disk being **characterized in that** the opening of the locking member (100) faces towards the bottom (18) of the groove (16) when the locking member (100) is mounted in the groove (16).
2. A rotor disk according to claim 1, **characterized in that** the locking member (100) comprises a central portion (102) and two lateral flanges or tongues (104) connected to said central portion (102), together with a metal plate (108) secured, e.g. by crimping, to the radially outer face of its central portion (102).
 3. A rotor disk according to claim 2, **characterized in that** the metal plate (108) is of a shape that is complementary to the shape of the retaining notch (28).
 4. A rotor disk according to claim 2 or claim 3, **characterized in that** the locking member (100) is elastically deformed by pressing against its central portion (102), said pressure being exerted radially inwards through the opening in the groove (16) and displacing said plate radially towards the bottom of the groove.
 5. A rotor disk according to claim 4, **characterized in that** the retaining notch (28) formed in the above-mentioned groove (16) has two cavities (32) formed facing each other in the side walls (20) of the groove (16) for the purpose of receiving the edges of the above-mentioned metal plate (108), which plate engages in said cavities (32) by moving radially outwards when the locking member (100) relaxes elastically.
 6. A rotor disk according to claim 5, **characterized in that** the two above-mentioned cavities (32) open out radially in the cylindrical surface (14) of the disk (12) in which the groove (16) is formed.
 7. A rotor disk according to any preceding claim, **characterized in that** the locking member (100) comprises a folded or bent metal strip having the same shape as the cross-section of the groove (16) and

made out of a steel that withstands high temperatures, for example a nickel chromium alloy.

8. A turbojet compressor, **characterized in that** it includes at least one rotor disk according to any preceding claim.
9. A turbomachine such as a turbojet, **characterized in that** it includes at least one rotor disk according to any one of claims 1 to 7.

Patentansprüche

1. Rotorscheibe einer Turbomaschine, die Schaufeln (10) und ein Verriegelungsorgan (100) aufweist, wobei die Füße (26) der Schaufeln (10) in einer äußeren Umfangsnut (16) der Scheibe (12) durch das Verriegelungsorgan in Eingriff stehen und gehalten werden, wobei diese Nut (16) ein Fenster (24) zum Einführen der Füße (26) der Schaufeln (10) und wenigstens eine Haltekerbe (28) für das Verriegelungsorgan (100) aufweist, wobei dieses Organ aus einem Stück und elastisch verformbar in Form eines U oder Ω ist, welche der Querschnittsform der Nut entspricht, und in die Nut (16) durch das Fenster (24) eingeführt und derart bemessen ist, daß es in der Kerbe (28) aufgenommen und gehalten ist, wenn es im freien Zustand im wesentlichen ohne Spannung oder mit leichter Spannung ist, und durch Gleiten in der Nut (16) verschiebbar ist, wenn es im gespannten Zustand und elastisch verformt ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Öffnung des Verriegelungsorgans (100) zum Boden (18) der Nut (16) orientiert ist, wenn das Verriegelungsorgan (100) in der Nut (16) angebracht ist.
2. Rotorscheibe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verriegelungsorgan (100) einen zentralen Teil (102) und zwei seitliche Flügel oder Zungen (104), die durch diesen zentralen Teil (102) verbunden sind, sowie ein Metallplättchen (108) aufweist, das z.B. durch Bördeln an der radial äußeren Seite seines zentralen Teils (102) befestigt ist.
3. Rotorscheibe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Metallplättchen (108) eine Form hat, die mit derjenigen der Haltekerbe (28) gekoppelt ist.
4. Rotorscheibe nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verriegelungsorgan (100) durch Anlage an seinem zentralen Teil (102) elastisch verformt ist, wobei diese Anlage von der Öffnung der Nut (16) radial nach innen ausgeübt wird und das Plättchen radial zu dem Boden der Nut hin verschiebt.

5. Rotorscheibe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die in der obengenannten Nut (16) ausgebildete Haltekerbe (28) zwei Hohlräume (32) aufweist, die gegenüber in den Seitenwänden (20) der Nut (16) ausgebildet und dazu bestimmt sind, die Ränder des obengenannten Metallplättchens (10) aufzunehmen, die in diese Hohlräume (32) bei elastischer Entspannung des Verriegelungsorgans (100) durch radiale Verschiebung nach außen eingreifen. 5 10
6. Rotorscheibe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zwei obengenannten Hohlräume (32) radial an der zylindrischen Fläche (14) der Scheibe (12) münden, in welcher die Nut (16) ausgebildet ist. 15
7. Rotorscheibe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verriegelungsorgan (100) ein gefalztes oder umgebo- 20 genes Metallband mit der Form des Querschnitts der Nut (16) aufweist, das aus einem Stahl hergestellt ist, der gegenüber hohen Temperaturen beständig ist, z.B. aus einer Chromnickellegierung. 25
8. Strahltriebwerkkompressor, **dadurch gekennzeichnet, daß** er wenigstens eine Rotorscheibe nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist. 30
9. Turbomaschine wie ein Strahltriebwerk, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie wenigstens eine Rotorscheibe nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist. 35

40

45

50

55

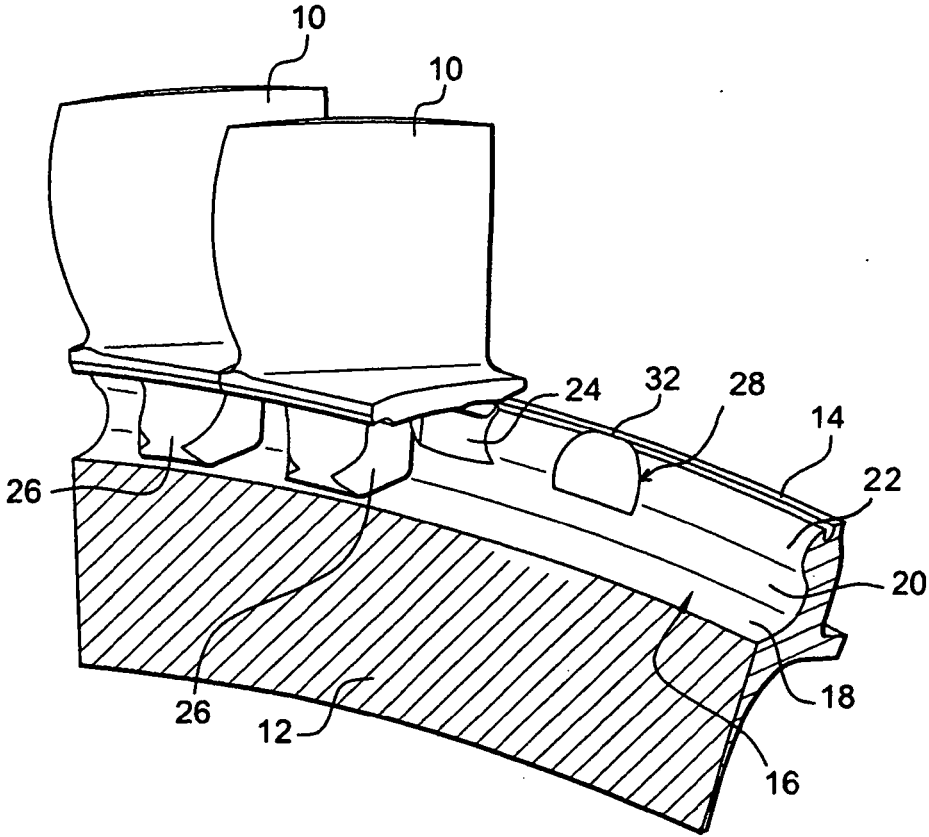


Fig. 1

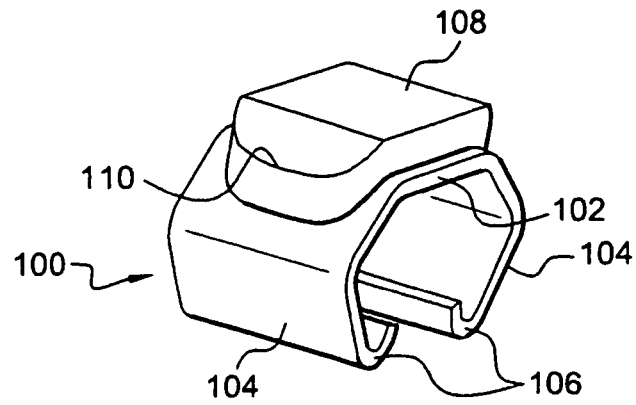


Fig. 2

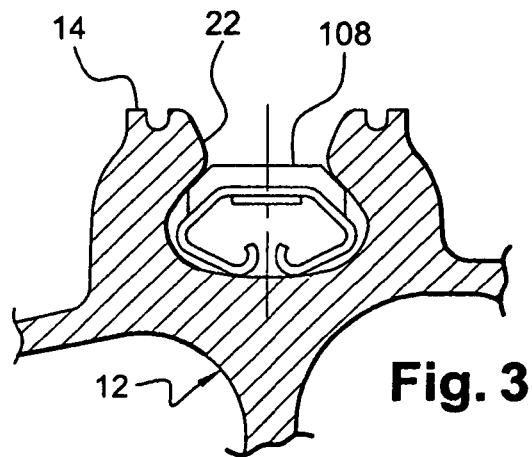


Fig. 3

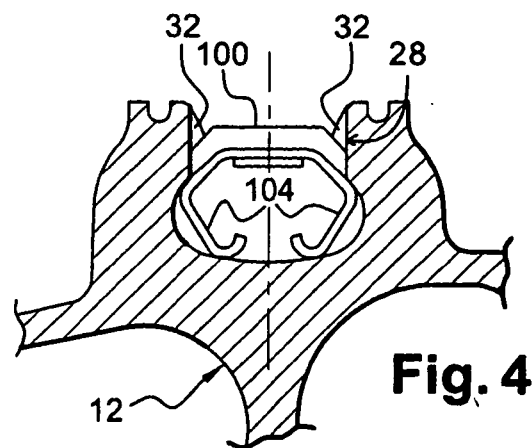


Fig. 4

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 2810366 A [0004]
- FR 2616480 A [0008]
- FR 1541373 A [0008]