



(11) **EP 1 726 786 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
16.07.2008 Bulletin 2008/29

(51) Int Cl.:
F01D 21/04^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06114439.0**

(22) Date de dépôt: **23.05.2006**

(54) **Roue aubagée de rotor**

Beschaufelter Rotor

Bladed rotor wheel

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(30) Priorité: **26.05.2005 FR 0505297**

(43) Date de publication de la demande:
29.11.2006 Bulletin 2006/48

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

(72) Inventeurs:
• **Caucheteux, Mathieu**
94000 Creteil (FR)

• **Lejars, Claude**
91210 Draveil (FR)
• **Triconnet, Nicolas**
77310 Ponthierry (FR)

(74) Mandataire: **Barbin le Bourhis, Joël et al**
Cabinet Beau de Loménie,
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 695 856 **EP-A- 1 229 212**
EP-A- 1 496 206 **FR-A- 2 810 366**
FR-A- 2 832 455

EP 1 726 786 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention se rapporte généralement à une turbomachine comportant un rotor composé d'un ensemble de roues aubagées, comme par exemple le rotor d'un compresseur basse pression d'un turboréacteur. Elle concerne plus particulièrement un perfectionnement permettant d'améliorer la rétention des aubes, notamment en cas d'incident grave.

[0002] Le document de brevet européen 1 496 206 déposé au nom de la demanderesse révèle l'importance de la forme de la gorge de réception des pieds d'aubes, qui est définie à la périphérie d'une roue de rotor. Ce problème est surtout important pour les roues aubagées disposées dans une veine conique, comme cela est le cas de celles qui forment les derniers étages d'un compresseur basse pression d'un turboréacteur double corps et double flux. La conicité est très élevée au niveau de ces derniers étages et les aubes de ces étages s'étendent obliquement par rapport au plan perpendiculaire à l'axe de rotation, c'est-à-dire obliquement par rapport à la direction de la force centrifuge. Cette orientation sollicite les aubes de telle façon que le risque de déchaussement est accru en cas d'incident.

[0003] Le document antérieur de référence traite plus particulièrement du problème de la tenue des aubes retenues dans la gorge de la roue par des attaches connues de type « marteau », la gorge étant délimitée par une lèvre amont et une lèvre aval se raccordant au fond de celle-ci en définissant des cavités annulaires amont et aval, respectivement, dans lesquelles des parties correspondantes des pieds d'aubes sont engagées. Selon le document de référence, on a proposé d'améliorer la capacité de rétention des aubes en approfondissant la zone de raccordement entre la portée de la lèvre amont et le fond de la gorge, de façon à pouvoir installer des aubes dont le flanc amont présente un talon plus volumineux, toutes choses égales par ailleurs, capable de s'engager plus profondément obliquement sous la lèvre amont dans la cavité annulaire sous-jacente approfondie. Cette modification permet de limiter les risques qu'une aube puisse se dégager en cas de choc important.

[0004] La modification de forme de la cavité peut aussi être apportée à des roues existantes, par usinage au cours d'une opération de révision.

[0005] D'autre part, le montage des aubes dans la gorge nécessite de prévoir une encoche d'introduction dans une lèvre annulaire, en un point de sa périphérie. Cette encoche est plus particulièrement prévue sur la gorge de réception avant de faire coulisser ladite aube le long de cette gorge jusqu'à ce que celle-ci atteigne sa position définitive.

[0006] Pour stabiliser les aubes et les empêcher de se déplacer circonférentiellement après montage, il est nécessaire de monter des verrous dans la gorge, de part et d'autre de l'encoche, circonférentiellement. On évite ainsi qu'une aube se trouve à nouveau en regard de l'encoche, ce qui provoquerait son éjection de la roue.

[0007] On a observé qu'en cas d'incident sur les aubes situées au voisinage de cette encoche, le choc pouvait se traduire par une déformation locale de la lèvre annulaire amont et donc par un élargissement de la gorge de réception propre à provoquer l'échappement d'un verrou. Ce risque peut être à l'origine d'un incident car dans ce cas, les aubes peuvent se déplacer à nouveau circonférentiellement dans la gorge de réception et s'échapper les unes après les autres lorsqu'elles atteignent l'emplacement de l'encoche d'introduction.

[0008] L'invention vise à prévenir ce risque majeur en améliorant la tenue des verrous.

[0009] L'idée de base de l'invention consiste à modifier la forme du verrou, du côté de la lèvre annulaire amont, pour renforcer la tenue de celui-ci dans la gorge, en faisant en sorte que, en cas d'élargissement de celle-ci, le jeu entre ledit verrou et la gorge reste négatif et que ledit verrou ne puisse s'échapper.

[0010] Plus particulièrement, l'invention concerne une roue aubagée de rotor d'une turbo machine, comprenant une gorge de réception des pieds des aubes associées à cette roue, ladite gorge étant pourvue d'une lèvre annulaire amont et d'une lèvre annulaire aval définissant respectivement aux bords de la gorge une cavité annulaire amont et une cavité annulaire aval, dans laquelle une lèvre annulaire comporte une encoche d'introduction pour l'engagement des pieds d'aubes dans ladite gorge de réception et dans laquelle des verrous sont installés dans ladite gorge de réception de part et d'autre de ladite encoche, chaque verrou comporte une embase s'étendant entre les deux cavités annulaires amont et aval, caractérisée en ce que, ladite cavité annulaire amont comportant une partie creusée au delà du fond de gorge et l'embase de chaque verrou comporte une nervure amont, engagée au montage dans ladite partie creusée.

[0011] Cette nervure s'engage plus profondément dans la cavité amont et assure le maintien du verrou même en cas d'élargissement de la gorge.

[0012] Bien que l'épaisseur du verrou soit calculée pour que celui-ci coulisse au montage dans la gorge (entre l'encoche et sa position de montage) avec un jeu radial juste suffisant pour que ce coulisement puisse s'effectuer, comme cela est le cas dans le mode de réalisation antérieur, la présence de la nervure amont ne gêne en rien le coulisement circonférentiel du verrou au montage, puisque à cette extrémité amont de la gorge de réception, la profondeur de cette dernière est accrue radialement.

[0013] Selon une autre caractéristique avantageuse, ledit verrou comporte deux échancrures d'allègement pratiquées de part et d'autre de l'embase. Celle-ci comporte un trou taraudé. Le trou reçoit une vis. Au montage, la vis prend appui contre la paroi du disque entre les deux lèvres et provoque le soulèvement et la mise en place définitive du verrou à un emplacement tel qu'il se situe entre deux pieds d'aubes. La distance entre les deux verrous est telle que deux aubes se trouvent immobilisées entre eux.

[0014] Selon un mode de réalisation possible, le trou taraudé est ménagé dans une colonnette s'étendant sensiblement au centre de l'embase.

[0015] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de détail en perspective d'une roue de rotor, conforme à l'invention ;
- la figure 2 est une vue de détail en coupe radiale montrant les emplacements respectifs d'un verrou et d'une aube voisine ;
- la figure 3 est vue partielle en perspective, de dessous, montrant le pied de l'aube de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue en élévation du verrou ;
- la figure 5 est vue selon la flèche V de la figure 4 ; et
- la figure 6 est vue selon la flèche VI de la figure 4.

[0016] Sur les dessins, on a représenté (figure 1) une partie du tambour du rotor d'une turbomachine (ici le compresseur basse pression d'un réacteur d'avion) communément appelée roue 11 (ou disque). Chaque roue porte une pluralité d'aubes 12 (figure 3). Celles-ci sont retenues dans une gorge de réception 14 s'étendant circonférentiellement à la surface externe de la roue 11. Le rotor est constitué par plusieurs roues aubagées de ce genre. Une aube 12 comporte à sa base une plateforme 15 qui délimite extérieurement une partie de la veine conique du compresseur et un pied d'aube 19 dit "attache marteau" qui s'étend sous ladite plateforme sur une partie de la largeur de celle-ci. Le pied d'aube 19 est engagé et retenu dans ladite gorge de réception 14 de la roue. Sur la figure 2, la position du pied d'aube apparaît en trait interrompu.

[0017] La gorge de réception 14 est pourvue d'une lèvre annulaire amont 16 et d'une lèvre annulaire aval 18. Ces deux lèvres définissent respectivement une cavité annulaire amont 20 et une cavité annulaire aval 21 dans lesquelles sont engagées des parties correspondantes des pieds d'aubes, la plateforme 15 venant recouvrir un secteur de la cavité 14. Une fois toutes les aubes mises en place, les plateformes 15, côte à côte, reconstituent une surface annulaire de la veine du compresseur.

[0018] Pour améliorer la tenue des aubes dans la gorge, cette dernière comporte, dans la cavité annulaire amont 20 une partie creusée 24, annulaire, plus profonde. Selon l'exemple décrit, cette partie creusée s'étend au-delà du fond 26 de la gorge 14, plus profondément dans l'épaisseur de la paroi de la roue 11. Cette partie creusée 26 permet d'accueillir des pieds d'aubes présentant un talon amont plus volumineux, ce qui renforce la tenue des aubes, en cas d'avarie.

[0019] Par ailleurs, le montage des aubes impose de réaliser au moins une encoche d'introduction 30 sur l'une des lèvres annulaires de la gorge, ici la lèvre amont, en un emplacement de la périphérie de la roue 11. Cette

encoche permet d'engager les pieds d'aubes 19 les uns après les autres dans la gorge 14. Une fois qu'un pied d'aube est engagé dans cette gorge, on fait coulisser l'aube correspondante, circonférentiellement le long de la gorge jusqu'à sa position finale. Une fois les aubes montées, les pieds des deux aubes les plus proches de l'encoche 30 sont situées de part et d'autre de celle-ci, circonférentiellement.

[0020] Cependant, pour éviter que les aubes puissent ultérieurement se déplacer circonférentiellement au point que le pied de l'une de ces deux aubes vienne en regard de l'encoche, ce qui provoquerait l'échappement de ladite aube, on prévoit de monter deux verrous 32 dans la gorge 14, immobilisés dans celle-ci de part et d'autre de l'encoche 30, circonférentiellement, à des emplacements choisis et à égale distance de celle-ci. Sur la figure 1, les emplacements des verrous 32 sont décelés par des découpes de positionnement 36, 38 pratiquées dans les lèvres 16, 18, respectivement de part et d'autre de l'encoche 30.

[0021] Chaque verrou comporte une embase 40 d'épaisseur sensiblement égale à une hauteur radiale de coulisement définie par la gorge de réception. Autrement dit, pour le passage d'un verrou de l'emplacement défini par la gorge 30 jusqu'à son emplacement définitif en regard de découpes 36, 38, la forme et les dimensions de la gorge 14 (en section radiale, spécialement les cavités 20, 21) et la forme et les dimensions de l'embase 40 sont déterminées de telle sorte que ladite embase coulisse librement mais avec un jeu radial aussi réduit que possible (juste nécessaire) de la position d'introduction (encoche 30) jusqu'à l'emplacement de montage (découpes 36, 38).

[0022] L'embase comporte en outre des bossages de guidage de forme et dimension correspondant à celles des découpes 36, 38, respectivement. On distingue un bossage de guidage amont 46 et un bossage de guidage aval 48. Les bossages 46, 48 coopèrent avec les découpes 36, 38 lorsque le verrou est à son emplacement de montage. Dans cette position, il peut être immobilisé au moyen d'une vis 50 le traversant, l'embase remontant radialement vers l'extérieur de la gorge 14 en étant guidée par les encoches 36, 38, jusqu'à ce que les extrémités amont et aval de l'embase prennent appui contre les faces intérieures des lèvres 16, 18. La vis 50 est engagée dans un trou taraudé 52 du verrou lui-même ménagé dans l'embase 40 et dans une colonnette 54 s'étendant sensiblement au centre de ladite embase.

[0023] De plus, le verrou comporte deux échancrures d'allègement 56, pratiquées de part et d'autre de l'embase à partir des bords longitudinaux de celle-ci.

[0024] Le verrou est conformé pour présenter une facette amont 57 prenant appui sous la lèvre amont 16 et une facette aval 58 prenant appui sous la lèvre aval 18. Les bossages 46, 48 se détachent de ces facettes. La facette amont 57 est plane et inclinée sur toute l'épaisseur de l'embase.

[0025] Selon une caractéristique remarquable de l'in-

vention, l'embase 40 de chaque verrou comporte une nervure amont 60 susceptible de s'engager dans la partie creusée 24, au montage. Cette nervure amont se situe dans le prolongement inférieur de la facette amont 57. Elle s'étend au-delà de la face inférieure de l'embase 40. Malgré la présence de cette nervure, le verrou peut être engagé sans difficulté dans la gorge 14, au montage, en raison de la présence de la partie creusée 24 dans la cavité amont 20.

[0026] Une fois le verrou en position (figure 2) la facette amont s'engage plus profondément sous la lèvre amont, grâce à la nervure 60. Par conséquent, même si la gorge 14 tend à s'élargir sous l'effet d'une sollicitation sur l'une des aubes voisines, le verrou restera emprisonné dans la gorge 14.

[0027] Les bords 17 des plateformes situées de part et d'autre d'un emplacement d'un verrou sont munis de découpes 62 permettant de dégager la partie supérieure de la colonnette 54, pour le serrage de la vis 50.

Revendications

1. Roue aubagée de rotor d'une turbomachine, comprenant une gorge de réception (14) des pieds des aubes associées à cette roue, ladite gorge étant pourvue d'une lèvre annulaire amont et d'une lèvre annulaire aval définissant respectivement aux bords de la gorge une cavité annulaire amont (20) et une cavité annulaire aval (21), dans laquelle une lèvre annulaire comporte une encoche d'introduction (30) pour l'engagement des pieds d'aubes dans ladite gorge de réception et dans laquelle des verrous (32) sont installés dans ladite gorge de réception de part et d'autre de ladite encoche, chaque verrou comportant une embase s'étendant entre les deux cavités annulaires amont et aval, **caractérisée en ce que** ladite cavité annulaire amont comporte une partie creusée (24) au delà du fond de gorge et l'embase de chaque verrou comporte une nervure amont (60) engagée au montage dans ladite partie creusée.
2. Roue aubagée selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** des découpes de positionnement (36, 38) des verrous sont prévues dans lesdites lèvres annulaires, de part et d'autre de ladite encoche (30) et que lesdits verrous comportent des bossages de guidage (46, 48), de formes et dimensions correspondant à celles des découpes avec lesquelles ils coopèrent
3. Roue aubagée selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** ladite nervure (60) est définie par le prolongement d'une facette plane (57) inclinée de ladite embase.
4. Roue aubagée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ledit verrou com-

porte deux échancrures d'allègement (56) pratiquées de part et d'autre de ladite embase.

5. Roue aubagée selon la revendication 4, **caractérisée en ce qu'un** trou taraudé (52) est ménagé sensiblement au centre de ladite embase.

Claims

1. A bladed wheel for a turbomachine rotor, the wheel including a reception groove (14) for receiving the roots of blades associated with the wheel, said groove being provided with an upstream annular lip and a downstream annular lip respectively defining at the edges of the groove an upstream annular cavity (20) and a downstream annular cavity (21), in which such an annular lip includes an insertion notch (30) for engaging the blade roots in said reception groove, and in which latches (32) are installed in said reception groove on either side of said notch, each latch comprising a base that extends between the upstream and downstream annular cavities, the wheel being **characterized in that** said upstream annular cavity includes a hollowed-out portion (24) beyond the bottom of the groove and that the base of each latch includes an upstream rib (60), engaged during the assembly in said hollowed-out portion.
2. A bladed wheel according to claim 1, **characterized in that** the positioning cutouts (36, 38) for the latches are provided in said annular lips on either side of said notch (30), and that said latches include guide bulges (46, 48) of shape and dimensions that correspond to the shapes and dimensions of the cutouts with which they co-operate.
3. A bladed wheel according to claim 1 or claim 2, **characterized in that** said rib (60) is defined by extending an inclined plane facet (57) of said base.
4. A bladed wheel according to any preceding claim, **characterized in that** said latch has two weight-reducing notches (56) formed on either side of said base.
5. A bladed wheel according to claim 4, **characterized in that** a tapped hole (52) is formed substantially in the center of said base.

Patentansprüche

1. Mit Schaufeln versehenes Rotorrad einer Turbomaschine mit einer Kehle (14) zur Aufnahme der Füße der Schaufeln, die diesem Rad zugeordnet sind, wobei die Kehle mit einer ringförmigen, stromaufwärts gelegenen Lippe und einer ringförmigen, stromab-

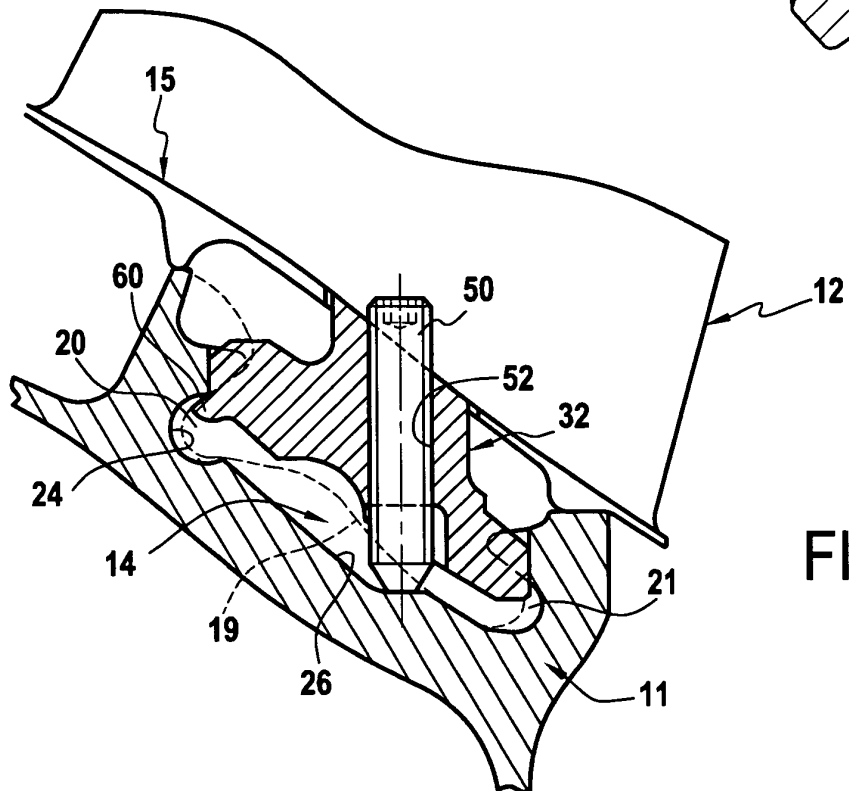
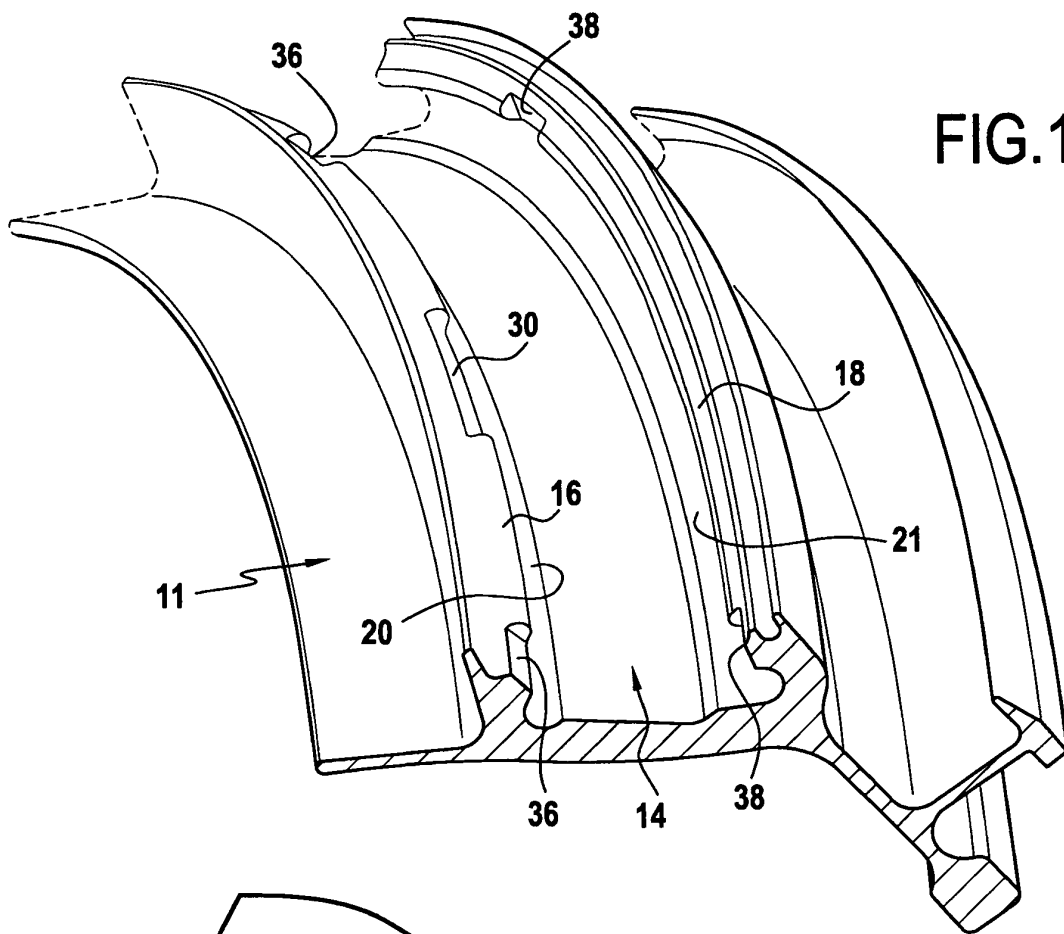
wärts gelegenen Lippe versehen ist, die jeweils an den Rändern der Kehle einen ringförmigen, stromaufwärts gelegenen Hohlraum (20) bzw. einen ringförmigen, stromabwärts gelegenen Hohlraum (21) bilden, bei welchem eine ringförmige Lippe eine Einführungsauskerbung (30) zum Eingriff der Füße von Schaufeln in der Aufnahmekehle aufweist, und bei welchem Riegel (32) in der Aufnahmekehle beiderseits der Auskerbung installiert sind, wobei jeder Riegel einen Sockel aufweist, der sich zwischen den beiden stromaufwärts und stromabwärts gelegenen Hohlräumen erstreckt, **dadurch gekennzeichnet, daß** der ringförmige, stromaufwärts gelegene Hohlraum einen hohlen Teil (24) jenseits des Kehlenbodens aufweist und der Sockel jedes Riegels eine stromaufwärts gelegene Rippe (60) aufweist, die bei der Montage in den hohlen Teil eingreift.

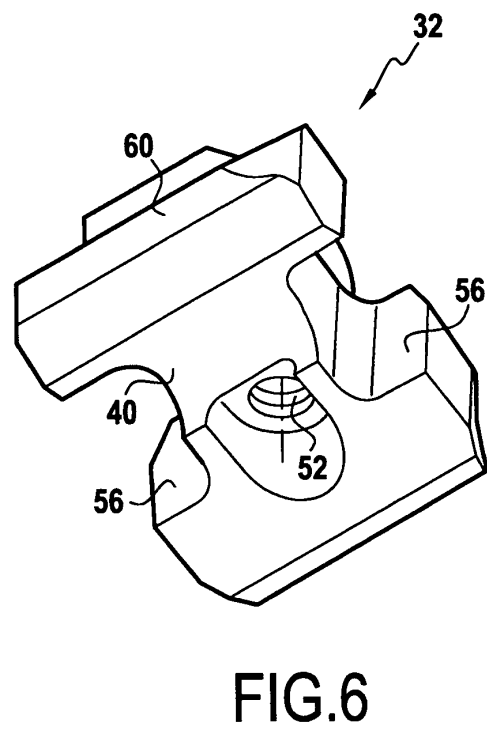
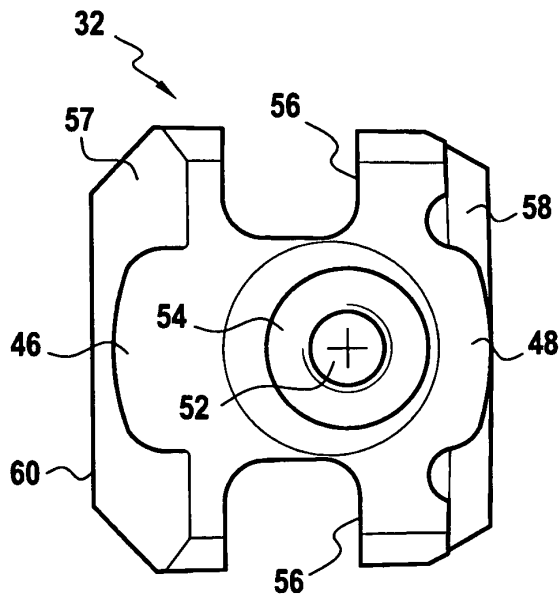
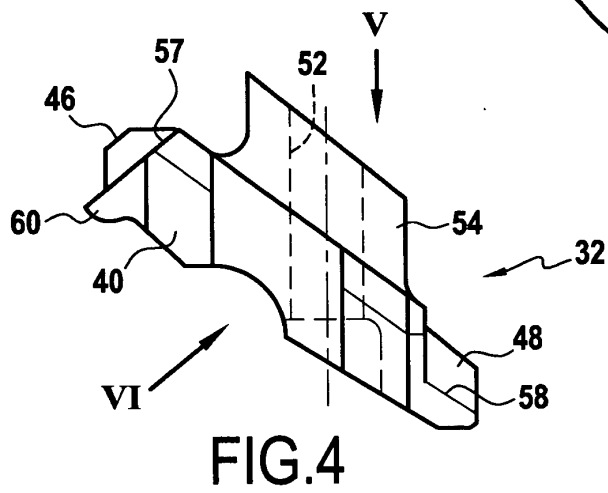
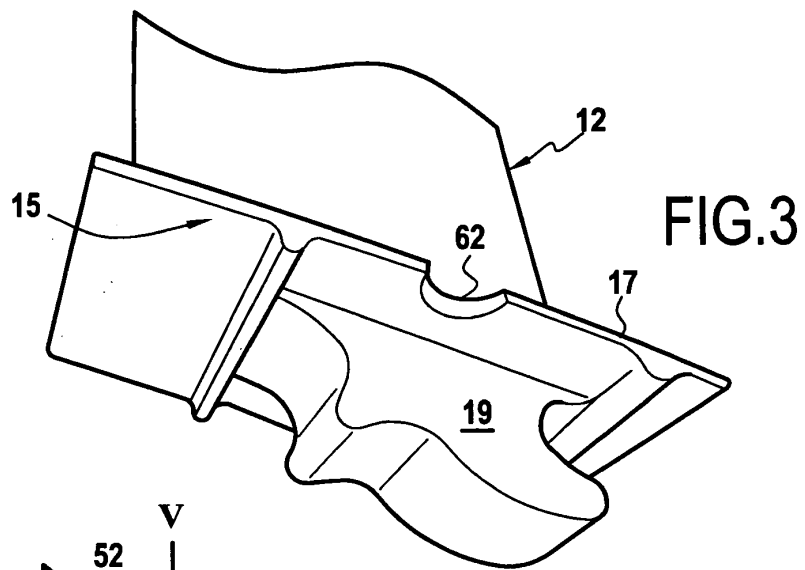
2. Mit Schaufeln versehenes Rad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** Positionierungsausschnitte (36, 38) der Riegel in den ringförmigen Lippen beiderseits der Auskerbung (30) vorgesehen sind, und daß die Riegel Führungsbuckel (46, 48) mit Formen und Dimensionen aufweisen, die denjenigen der Ausschnitte entsprechen, mit welchen sie zusammenwirken.
3. Mit Schaufeln versehenes Rad nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rippe (60) durch die Verlängerung einer geneigten ebenen Facette (57) des Sockels gebildet ist.
4. Mit Schaufeln versehenes Rad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Riegel zwei Entlastungsschlitze (56) aufweist, die beiderseits des Sockels vorgesehen sind.
5. Mit Schaufeln versehenes Rad nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Gewindebohrung (52) im wesentlichen im Zentrum des Sockels angeordnet ist.

45

50

55





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

- EP 1496206 A [0002]