



(11) **EP 2 009 244 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
11.08.2010 Bulletin 2010/32

(51) Int Cl.:
F01D 5/30 (2006.01) F01D 5/10 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08158843.6**

(22) Date de dépôt: **24.06.2008**

(54) **Dispositif de retenue axiale d'aubes montées sur un disque de rotor de turbomachine**

Axiale Haltevorrichtung für Laufradschaufeln, die auf einer Rotorscheibe einer Strömungsmaschine montiert sind

Device for axial retention of vanes mounted on a turbomachine rotor disc

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB SE

(30) Priorité: **27.06.2007 FR 0756062**

(43) Date de publication de la demande:
31.12.2008 Bulletin 2009/01

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

(72) Inventeurs:
• **Dejaune, Claude, Gérard, René**
77350 Boissise la Bertrand (FR)
• **Gros, Valérie, Annie**
77166 Grisy Suisne (FR)

• **Loro, Gaël**
77380 Combs la ville (FR)
• **Soupizon, Jean-Luc**
77530 Vaux le Pénil (FR)

(74) Mandataire: **Boura, Olivier et al**
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 1 180 580 EP-A- 1 498 579
EP-A- 1 703 081 WO-A-2007/014543
US-A- 3 853 425 US-A- 4 648 799
US-A- 5 518 369 US-A1- 2008 008 593

EP 2 009 244 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

Arrière-plan de l'invention

[0001] La présente invention concerne un dispositif de retenue axiale d'aubes montées sur un disque de rotor de turbomachine tel que le rotor du dernier étage de la turbine basse-pression.

[0002] De façon connue en soi, la turbine basse-pression d'une turbomachine se compose d'une pluralité d'étages d'aubes mobiles alternant avec des aubes fixes. Pour chaque étage de la turbine, les aubes fixes sont fixées sur deux viroles concentriques et les aubes mobiles sont fixées par leur pied sur un disque de rotor. Tous les disques de rotor de la turbine sont fixés les uns aux autres par des liaisons boulonnées et sont rendus solidaires de l'arbre basse-pression de la turbomachine par l'intermédiaire d'un tourillon.

[0003] Il est également connu que le disque du dernier étage d'une telle turbine basse-pression comprend à sa périphérie une pluralité d'alvéoles axiales dans chacune desquelles est monté le pied d'une aube mobile de la turbine. Le flux gazeux qui traverse la turbine exerçant un effort axial sur les aubes mobiles, il est nécessaire d'empêcher tout déplacement axial des aubes à l'aide de dispositifs de retenue. L'un de ces dispositifs consiste à immobiliser les pieds des aubes à l'aide d'un flasque annulaire plaqué contre une face radiale d'appui du disque et du pied des aubes, le flasque étant maintenu dans cette position par un jonc annulaire. On pourra se référer par exemple aux publications EP 1,180,580 et EP 1,498,579. Or, bien qu'efficace, un tel dispositif est le plus souvent assez complexe à réaliser et à monter puisqu'il nécessite de se servir de plusieurs pièces (à savoir le flasque et le jonc de retenue du flasque).

[0004] Il est encore connu que les disques de rotor de la turbine basse-pression d'une turbomachine sont sujets à une mauvaise répartition des masses qui fait que leur centre de gravité n'est pas sur leur axe de rotation. Afin de corriger un tel phénomène de balourd, des masses d'équilibrage sont positionnées à certains endroits des disques, notamment au niveau des liaisons boulonnées entre les différents disques de la turbine et au niveau de brides rajoutées spécifiquement dans ce but. Or, certaines configurations de turbine basse-pression rendent impossible l'accès à ces liaisons boulonnées sans avoir à démonter au préalable certains étages de la turbine. Par ailleurs, l'ajout de brides spécifiques à la fixation des masses d'équilibrage alourdit la masse totale de la turbine.

[0005] Le document US 3,853,425 décrit un dispositif de retenue axiale d'aubes selon le préambule de la revendication 1.

Objet et résumé de l'invention

[0006] La présente invention vise à remédier aux inconvénients précités en proposant un dispositif de rete-

nue axiale des aubes dont la réalisation et le montage sont simples et qui est susceptible de contribuer à l'équilibrage du disque de rotor.

[0007] Ce but est atteint grâce à un dispositif de retenue axiale d'aubes montées sur un disque de rotor de turbomachine, comprenant un disque de rotor comprenant à sa périphérie, une pluralité d'alvéoles sensiblement axiales et ouvertes vers l'extérieur, et au niveau d'une face radiale d'appui, une bride s'étendant radialement vers l'extérieur pour délimiter avec ladite face d'appui une rainure annulaire ouverte vers l'extérieur, le dispositif comprenant en outre une pluralité d'aubes comprenant chacune un pied monté dans une alvéole correspondante du disque de rotor, chaque pied d'aube étant muni au niveau d'une face radiale d'appui correspondant à celle du disque de rotor d'au moins un becquet s'étendant radialement vers l'intérieur pour délimiter avec ladite face d'appui une encoche annulaire ouverte vers l'intérieur, **caractérisé en ce qu'il** comporte une bague de retenue montée contre la face d'appui du disque de rotor et des pieds des aubes, ladite bague de retenue étant logée dans la rainure du disque, maintenue à l'extérieur dans les encoches des pieds des aubes, et constituée d'une pluralité de segments angulaires mis bout à bout la masse d'au moins l'un des segments de la bague de retenue étant plus importante que celle des autres.

[0008] Le dispositif selon l'invention ne comprend qu'une seule pièce (à savoir la bague de retenue qui est segmentée) de sorte qu'il est aisé à réaliser et facile à monter sur le disque de rotor. Par ailleurs, la bague de retenue étant constituée d'une pluralité de segments angulaires mis bout à bout, il est possible de faire varier de façon individuelle la masse de chacun de ces segments afin de corriger le phénomène de balourd rencontré par les disques de rotor. De la sorte, la correction du balourd peut être obtenue sans avoir à démonter au préalable de liaison structurale. De plus, il n'est pas nécessaire d'avoir à rajouter des brides dédiées à la fixation de masses d'équilibrage et dont la présence alourdit l'ensemble.

[0009] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, chaque segment de la bague de retenue comprend des échancrures ouvertes vers l'extérieur pour permettre le passage des becquets des pieds d'aubes lors du montage de la bague de retenue dans la rainure du disque de rotor.

[0010] Selon encore une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la bague de retenue comprend des moyens pour permettre d'arrêter sa rotation dans la rainure du disque de rotor. Ainsi, au moins l'un des segments de la bague de retenue peut comprendre une languette pliable qui est apte à être rabattue entre deux becquets adjacents de pieds d'aubes pour arrêter la rotation de la bague de retenue dans la rainure du disque de rotor.

[0011] L'invention a également pour objet une turbomachine comprenant au moins un dispositif de retenue axiale d'aubes montées sur un disque de rotor tel que défini précédemment.

Brève description des dessins

[0012] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est une vue partielle et en coupe longitudinale d'une turbine basse-pression de turbomachine équipée d'un dispositif selon un mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 1A est une loupe de la figure 1 ;
- les figures 2A et 2B sont des vues partielles de devant du dispositif de la figure 1 montrant le montage de la bague de retenue ; et
- les figures 3A à 3C sont des vues en coupe longitudinale de dispositifs selon d'autres modes de réalisation de l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation

[0013] Les figures 1 et 1A représentent partiellement en coupe longitudinale une turbine basse-pression d'une turbomachine aéronautique équipée d'un dispositif selon un mode de réalisation de l'invention.

[0014] Bien entendu, la présente invention s'applique à tout autre ensemble de turbomachine (aéronautique ou terrestre) muni d'un disque de rotor sur lequel sont montées axialement des aubes.

[0015] La turbine basse-pression est centrée sur l'axe longitudinal X-X de la turbomachine. Le dernier étage de la turbine se compose d'un distributeur formé d'une pluralité d'aubes fixes 2 et d'une roue mobile placée derrière le distributeur et formée d'une pluralité d'aubes mobiles 4 montées axialement sur un disque de rotor 6. L'avant-dernier étage de la turbine se compose également d'un distributeur (non représenté) et d'une roue mobile formée d'une pluralité d'aubes mobiles 4' montées sur un disque de rotor 6'.

[0016] Les disques 6, 6' du dernier et de l'avant-dernier étages de la turbine sont fixés l'un à l'autre au moyen de liaisons boulonnées 8 et sont rendus solidaire de l'arbre basse-pression de la turbomachine (non représenté) par un tourillon annulaire 10. Ce dernier est également fixé sur les disques 6, 6' au moyen des mêmes liaisons boulonnées 8.

[0017] Comme représenté à la figure 1A, le disque 6 du dernier étage de la turbine comporte à sa périphérie une pluralité d'alvéoles 12 sensiblement axiales, ouvertes vers l'extérieur du disque (c'est-à-dire en direction opposée à l'axe longitudinal X-X) et destinées à recevoir chacune axialement le pied 4a (par exemple en forme de sapin) d'une aube mobile 4 de la turbine (par exemple par emmanchement).

[0018] Le disque 6 comporte également au niveau de sa face radiale aval 14 (appelée ci-après face d'appui), une bride 16 s'étendant radialement vers l'extérieur du

disque pour délimiter avec la face d'appui une rainure annulaire 18 ouverte vers l'extérieur.

[0019] Par ailleurs, chaque pied d'aube 4a est muni au niveau de sa face radiale aval correspondant à celle du disque de rotor 6 d'au moins un becquet 20 s'étendant radialement vers l'intérieur du disque (c'est-à-dire vers l'axe longitudinal X-X) pour délimiter avec ladite face aval une encoche annulaire 22 qui est ouverte vers l'intérieur.

[0020] Le dispositif selon l'invention comprend une bague de retenue 24 qui est montée contre la face d'appui 14 du disque de rotor 6 et des pieds d'aubes 4a. Cette bague de retenue 24 est logée dans la rainure 18 du disque et elle est maintenue à l'extérieur dans les encoches 22 des pieds d'aubes 4a.

[0021] En outre, la bague de retenue 24 est constituée d'une pluralité de segments (ou secteurs) angulaires 24a mis bout à bout, chaque segment de bague 24a pouvant s'étendre circonférentiellement sur une même distance angulaire.

[0022] A titre d'exemple, pour une turbine basse-pression de turbomachine dont le dernier étage comprend 98 aubes mobiles, il peut être prévu 14 segments de bague 24a qui s'étendent donc chacun sur 25°.

[0023] Pour permettre leur montage dans la rainure 18 du disque 6, chaque segment de bague 24a comprend des échancrures 26 qui sont ouvertes vers l'extérieur. Comme illustré par la figure 2A, ces échancrures sont dimensionnées pour permettre le passage des becquets 20 des pieds d'aubes 4a lors du montage de la bague de retenue dans la rainure du disque. Dans cette position, les segments de bague ne sont donc pas maintenus à l'extérieur dans les encoches 22 des pieds d'aubes.

[0024] Encore à titre d'exemple, lorsque le disque de rotor 6 comprend 98 aubes mobiles 4 et que la bague de retenue 24 est constituée de 14 segments 24a, le nombre d'échancrures 26 par segment peut être de 7.

[0025] Une fois montées dans la rainure 18 du disque, les segments de bague 24a sont pivotés autour de l'axe longitudinal X-X de la turbomachine de façon à ce que les becquets 20 des pieds d'aubes ne soient plus disposés en regard des échancrures 26 (figure 2B). Dans cette position, les segments de bague sont alors maintenus à l'extérieur dans les encoches des pieds d'aubes.

[0026] Toujours à titre d'exemple, lorsque le disque de rotor 6 comprend 98 aubes mobiles 4 et que la bague de retenue 24 est constituée de 14 segments 24a, chaque segment ayant 7 échancrures 26, une rotation (dans un sens ou dans l'autre) de 1,8° de la bague de retenue permet de passer de la position de la figure 2A à la position de la figure 2B.

[0027] Bien entendu, le démontage de la bague de retenue s'effectue de la même manière en pivotant celle-ci d'un angle suffisant pour faire en sorte que les becquets des pieds d'aubes soient à nouveau disposés en regard des échancrures des segments de bague.

[0028] Selon une disposition avantageuse de l'invention, au moins l'un des segments de bague 24a comprend une languette pliable 28 qui est apte à être rabattue entre

deux becquets adjacents 20 de pieds d'aubes 4a pour arrêter la rotation de la bague de retenue dans la rainure 18 du disque de rotor 6 une fois que celle-ci est correctement positionnée (figure 2B).

[0029] Ainsi, dans l'exemple de réalisation des figures 2A et 2B, la languette 28 est disposée au niveau de l'une des échancrures 26 du segment de bague 24a et est apte par pliage à prendre deux positions extrêmes : une position dans laquelle elle s'étend dans un plan incliné par rapport au plan radial du segment de bague afin de permettre une rotation dudit segment (figure 2A), et une autre position dans laquelle elle est disposée dans le même plan radial que les becquets 20 des pieds d'aubes et s'étend circonférentiellement entre deux becquets adjacents 20 afin de bloquer en rotation ledit segment et donc l'ensemble de la bague de retenue (figure 2B).

[0030] Il est à noter qu'il n'est pas nécessaire que tous les segments de bague soient équipés d'une telle languette, une seule languette pour l'ensemble des segments pouvant suffire à bloquer en rotation ladite bague.

[0031] Selon une autre disposition avantageuse de l'invention, au moins l'un des segments de bague 24a possède une masse plus importante que les autres segments.

[0032] Une telle disposition permet de corriger aisément le phénomène de balourd observé dans une turbine basse-pression. En effet, comme la bague de retenue 24 est segmentée, il est possible d'affecter à certains des segments de bague une masse individuelle qui est différente de celle des autres et ainsi faire en sorte que le centre de gravité du disque de rotor se retrouve bien sur l'axe longitudinal X-X de la turbomachine. Il est à noter que plus le nombre de segments de bague sera élevé, plus l'équilibrage des masses sur l'ensemble du disque pourra être précis.

[0033] Cette disposition est particulièrement avantageuse lorsque, comme représenté sur la figure 1, l'espace annulaire entre l'extrémité interne du disque 6 du dernier étage de la turbine et le tourillon 10 ne permet pas d'avoir un accès direct aux liaisons boulonnées 8 de sorte qu'il est impossible de fixer des masses d'équilibrage sur ces liaisons boulonnées sans avoir à démonter au préalable le dernier étage de la turbine.

[0034] En pratique, un contrôle d'équilibrage du disque de rotor est réalisé une fois la turbine assemblée et une correction de balourd est éventuellement appliquée. Lors de l'opération de correction de balourd, un ou plusieurs segments de bague sont remplacés par des segments de masse modifiée et adaptée à la correction nécessaire. Les segments de masse modifiée sont des segments de bague dont la masse est supérieure à celle des autres segments.

[0035] Les figures 3A à 3C, qui représentent en coupe longitudinale différents variantes de réalisation du dispositif conforme à l'invention, illustrent diverses manières de faire varier la masse d'un segment de bague 24a.

[0036] Ainsi, sur l'exemple de réalisation de la figure 3B, le segment de bague 24a présente une surépaisseur

30 par rapport au segment représenté à la figure 3A. En plus d'une telle surépaisseur, le segment de bague 24a de la figure 3C présente un bossage 32 qui n'est présent ni sur le segment de bague de la figure 3A ni sur celui de la figure 3B. Cette surépaisseur 30 et ce bossage 32 peuvent s'étendre circonférentiellement sur toute ou partie seulement du segment de bague. Ils correspondent à des ajouts de masse.

[0037] D'autres manières de faire varier la masse des segments de bague sont encore possibles. Ainsi, la profondeur des échancrures 26, de même que la hauteur et/ou l'épaisseur des zones inter-échancrures peuvent varier afin d'augmenter ou de diminuer la masse des segments de bague.

[0038] Il est à noter que les segments de bague peuvent être usinés au préalable avec des classes de gamme (par exemple de gramme en gramme) pour offrir un large choix de segment adapté à la correction de balourd nécessaire. Alternativement, les segments de bague peuvent être usinés à la demande.

[0039] Le dispositif de retenue axiale d'aubes selon l'invention présente de nombreux avantages. En particulier, celui-ci n'est constitué que d'une seule pièce principale (à savoir la bague de retenue) ce qui rend sa fabrication peu onéreuse et son montage/démontage contre la face d'appui du disque aisé. En outre, grâce à l'utilisation de segments de bague, il est possible de faire varier la masse de chacun de ces segments et ainsi de corriger aisément le phénomène de balourd observé avec ce type de technologie.

Revendications

1. Dispositif de retenue axiale d'aubes montées sur un disque de rotor de turbomachine, comprenant :

un disque de rotor (6) comprenant :

à sa périphérie, une pluralité d'alvéoles (12) sensiblement axiales et ouvertes vers l'extérieur ; et

au niveau d'une face radiale d'appui (14), une bride (16) s'étendant radialement vers l'extérieur pour délimiter avec ladite face d'appui une rainure annulaire (18) ouverte vers l'extérieur ;

une pluralité d'aubes (4) comprenant chacune un pied (4a) monté dans une alvéole correspondante du disque de rotor, chaque pied d'aube étant muni au niveau d'une face radiale d'appui correspondant à celle du disque de rotor d'au moins un becquet (20) s'étendant radialement vers l'intérieur pour délimiter avec ladite face d'appui une encoche annulaire (22) ouverte vers l'intérieur ; et
comportant en outre une bague de retenue (24)

montée contre la face d'appui (14) du disque de rotor et des pieds des aubes, ladite bague de retenue étant logée dans la rainure (18) du disque, maintenue à l'extérieur dans les encoches (22) des pieds des aubes, et constituée d'une pluralité de segments angulaires (24a) mis bout à bout **caractérisé en ce que** la masse d'au moins l'un des segments de la bague de retenue est plus importante que celle des autres.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chaque segment (24a) de la bague de retenue comprend des échancrures (26) ouvertes vers l'extérieur pour permettre le passage des becquets (20) des pieds d'aubes (4a) lors du montage de la bague de retenue (24) dans la rainure (18) du disque de rotor.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel la bague de retenue (24) comprend des moyens (28) pour permettre d'arrêter sa rotation dans la rainure du disque de rotor.
4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel au moins l'un des segments (24a) de la bague de retenue comprend une languette pliable (28) qui est apte à être rabattue entre deux becquets adjacents (20) de pieds d'aubes (4a) pour arrêter la rotation de la bague de retenue (24) dans la rainure (18) du disque de rotor.
5. Turbomachine **caractérisée en ce qu'elle** comporte au moins un dispositif de retenue axiale d'aubes montées sur un disque de rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.

Claims

1. A device for axially retaining blades mounted on a turbomachine rotor disk, the device comprising :

a rotor disk (6) comprising:

at its periphery, a plurality of substantially axial slots (12) that are outwardly open; and on a radial bearing face (14), a flange (16) extending radially outwards to co-operate with said bearing face to define an annular groove (18) that is open radially outwardly;

a plurality of blades (4), each comprising a root (4a) mounted in a corresponding slot of the rotor disk, each blade root being provided, on a radial bearing face thereof that corresponds to the bearing face of the rotor disk, with at least one nib (20) extending radially inwards so as to co-operate with said bearing face of the blade root to define an annular notch (22) that is open ra-

dially inwards; and

further comprising a retaining ring (24) mounted against the bearing faces of the rotor disk and of the blade roots, said retaining ring being housed in the groove (18) of the disk, being held outwardly in the notches (22) of the blade roots, and being constituted by a plurality of angular segments (24a) placed end to end, **characterized in that** the weight of at least one of the segments of the retaining ring is greater than that of the other segments.

2. A device according to claim 1, in which each segment (24a) of the retaining ring includes outwardly open cutouts (26) so as to enable the nibs (20) of the blade roots (4a) to pass therethrough while mounting the retaining ring (24) in the groove (18) of the rotor disk.
3. A device according to claim 1 or 2, in which the retaining ring (24) includes means (28) for preventing the ring from turning in the groove of the rotor disk.
4. A device according to claim 3, in which at least one of the segments (24a) of the retaining ring includes a foldable tongue (28) that is suitable for being folded out between two adjacent nibs (20) of the blade roots (4a) to prevent the retaining ring (24) from turning in the groove (18) of the rotor disk.
5. A turbomachine, **characterized in that** it includes at least one device according to any one of claims 1 to 4 for axially retaining blades mounted on a rotor disk.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum axialen Halten von an einer Rotorscheibe einer Turbomaschine angebrachten Schaufeln, umfassend:

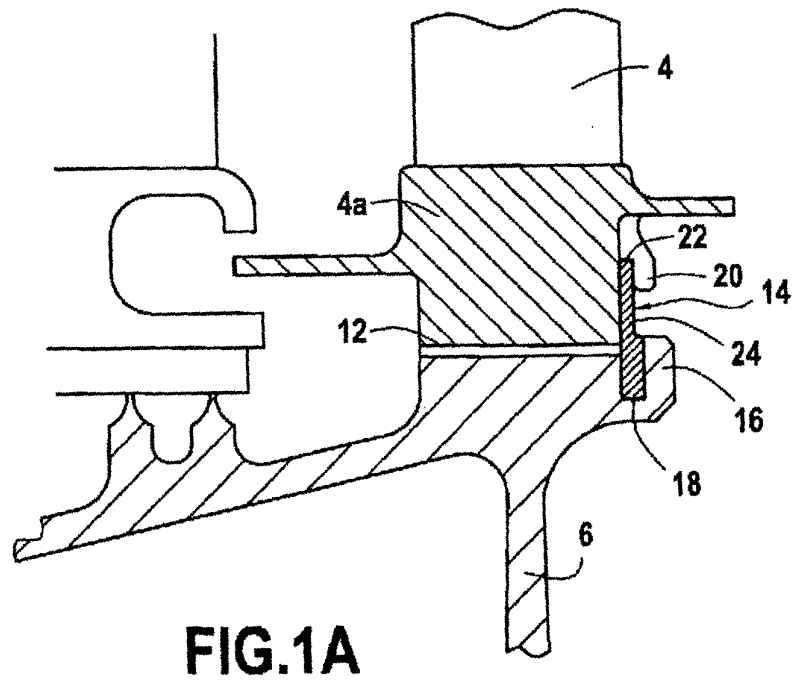
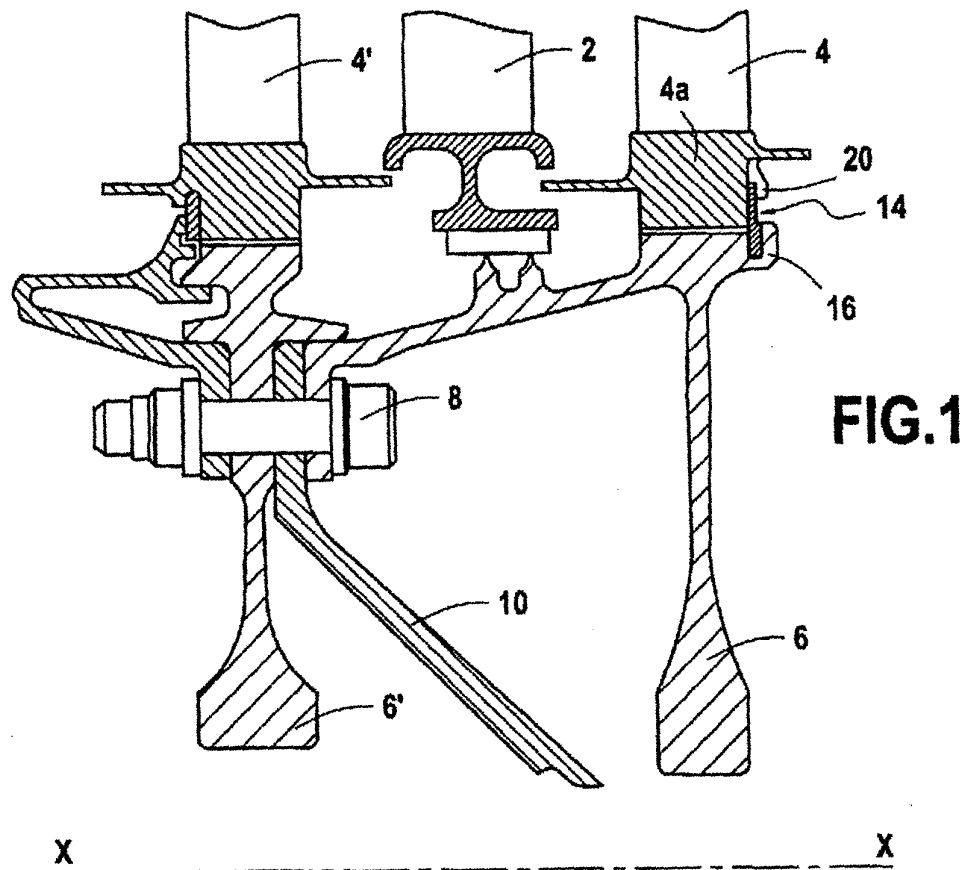
eine Rotorscheibe (6) mit:

an ihrem Umfang, einer Vielzahl von im wesentlichen axialen und nach außen geöffneten Hohlräumen (12), und im Bereich einer radialen Anlagefläche (14), einem Flansch (16), der radial nach außen verläuft, um mit der Anlagefläche eine nach außen geöffnete Ringnut (18) zu begrenzen,

eine Vielzahl von Schaufeln (4), die jeweils einen Fuß (4a) aufweisen, der in einem entsprechenden Hohlraum der Rotorscheibe angebracht ist, wobei jeder Schaufelfuß im Bereich einer radialen Anlagefläche, die derjenigen der Rotorscheibe entspricht, mit wenigstens einem

Spoiler (20) versehen ist, der radial nach innen verläuft, um mit der Anlagefläche eine nach innen geöffnete Ringnut (22) zu begrenzen, und ferner umfassend einen Haltering (24), der an der Anlagefläche (14) der Rotorscheibe und der Füße der Schaufeln angebracht ist, wobei der Haltering in der Nut (18) der Scheibe gelagert, außen in den Nuten (22) der Füße der Schaufeln gehalten und von einer Vielzahl von stumpf aneinandergfügten ringförmigen Segmenten (24a) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Masse wenigstens eines der Segmente des Halterings größer als die der anderen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei jedes Segment (24a) des Halterings nach außen geöffnete bogenförmige Ausschnitte (26) umfaßt, um den Durchgang der Spoiler (20) der Schaufelfüße (4a) bei der Montage des Halterings (24) in der Nut (18) der Rotorscheibe zu ermöglichen.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei der Haltering (24) Mittel (28) umfaßt, um zu ermöglichen, sein Drehen in der Nut der Rotorscheibe zu stoppen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei wenigstens eines der Segmente (24a) des Halterings eine biegsame Lasche (28) umfaßt, die geeignet ist, zwischen zwei benachbarten Spoilern (20) von Schaufelfüßen (4a) umgebogen zu werden, um das Drehen des Halterings (24) in der Nut (18) der Rotorscheibe zu stoppen.
5. Turbomaschine, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie wenigstens eine Vorrichtung zum axialen Halten von an einer Rotorscheibe angebrachten Schaufeln nach einem der Ansprüche 1 bis 4 umfaßt.



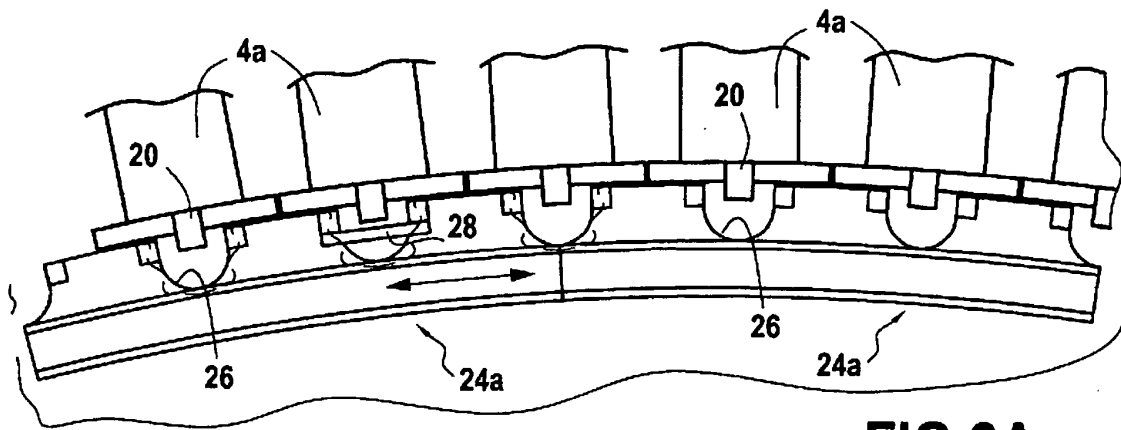


FIG. 2A

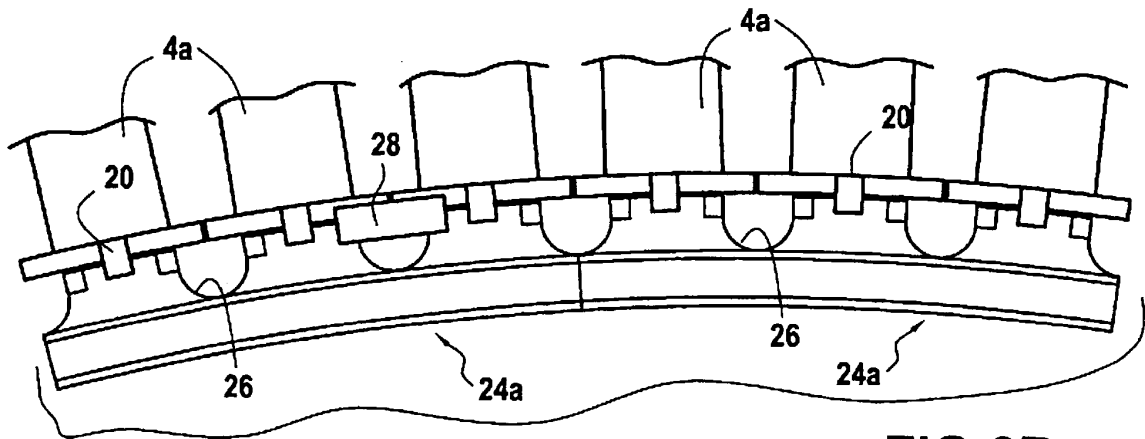


FIG. 2B

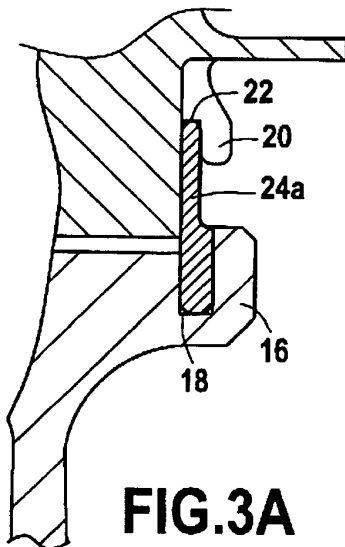


FIG. 3A

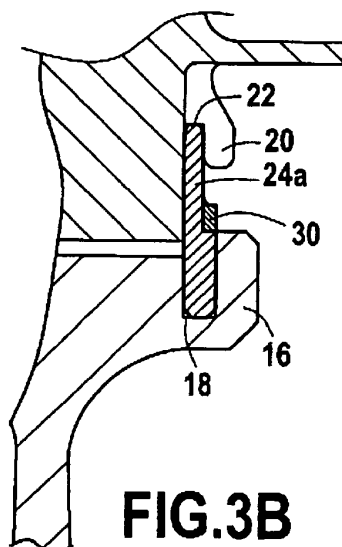


FIG. 3B

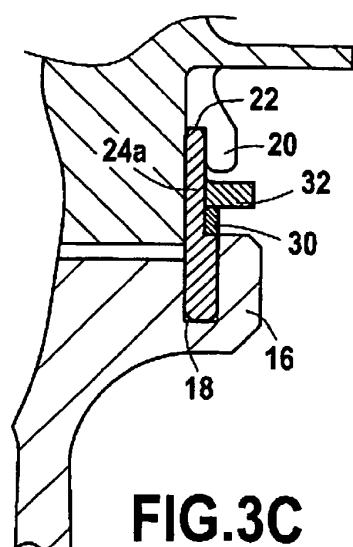


FIG. 3C

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 1180580 A [0003]
- EP 1498579 A [0003]
- US 3853425 A [0005]