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

(11) **EP 2 075 412 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
29.02.2012 Bulletin 2012/09

(51) Int Cl.:
F01D 9/04 *(2006.01)* ***F01D 25/24*** *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **07124067.5**

(22) Date de dépôt: **26.12.2007**

(54) **Dispositif de fixation par boulonnage d'aubes à une virole d'étage de stator d'une turbomachine et procédé associé de fixation par boulonnage**

Vorrichtung zur Befestigung durch Verschraubung von Leitschaufeln an den Mantelring einer Statorstufe einer Strömungsmaschine und entsprechendes Befestigungsverfahren durch Verschraubung

Device for attachment vanes by bolting to a shroud of a turbomachine stator stage and associated method for attachment by bolting

(84) Etats contractants désignés:
BE DE FR GB

(43) Date de publication de la demande:
01.07.2009 Bulletin 2009/27

(73) Titulaire: **Techspace Aero**
4041 Milmort - Herstal (BE)

(72) Inventeur: **Lhoest, André**
4500 Huy (BE)

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe**
BREVALEX
95 rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 953 729
EP-A- 1 106 784
EP-A- 1 167 693
EP-A- 1 908 923
FR-A- 891 422
US-A- 2 622 790

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 2 075 412 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention concerne le domaine des parties formant le stator des turbomachines et plus particulièrement des turboréacteurs.

[0002] Elle concerne en particulier les étages de stator de turbomachines, et de redresseur de compression axial de turboréacteurs.

[0003] Elle a trait à un dispositif et un procédé de fixation par boulonnage d'aubes sur les viroles rentrant dans la constitution de ce type d'étages.

ART ANTÉRIEUR

[0004] Actuellement, une des solutions employées pour fixer une aube à une virole d'étage de stator de turboréacteur consiste à réaliser un boulonnage de l'aube à la virole, voir par example US 2622790.

[0005] Sous l'effet du couple de serrage du boulon de l'aube, celle-ci est susceptible de tourner dans son logement, c'est-à-dire dans une gorge ménagée dans la virole qui a une forme géométrique complémentaire avec la partie formant plateforme de l'aube. L'aube tourne jusqu'à ce qu'elle ait trouvée sa butée mécanique avec les bords de la gorge. Ainsi, il faut garantir le positionnement angulaire ou calage de l'aube. Actuellement, cela est fait lors du process, ce qui implique nécessairement une étape de contrôle ultérieure à la fixation.

[0006] Pour éliminer cette étape ultérieure de contrôle de calage, une solution pourrait consister à définir des tolérances de fabrication sévères entre les formes complémentaires, i.e. celles de la plateforme et celles de la gorge de la virole, de façon à maintenir la somme de ces tolérances de fabrication dans les limites de l'exigence du calage nominal. Cette solution aurait inévitablement pour conséquence une augmentation du prix unitaire de fabrication des aubes et de la virole et un risque de dérogations voire de rebuts des pièces ainsi fabriquées. Dans le domaine de l'aéronautique, une dérogation (autorisation écrite d'utiliser ou de livrer un produit non conforme aux exigences spécifiées) implique nécessairement des complications telles que traitement administratif supplémentaire, vérifications techniques complémentaires par calcul ou par analyse.

[0007] Le but de l'invention est de proposer une autre solution de fixation d'aubes sur une virole qui permette d'obtenir un calage angulaire des aubes précis et à moindre coût.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0008] A cet effet, l'invention concerne un étage de stator selon la revendication 1. Celui-ci comprend au moins une virole et une pluralité d'aubes fixées par boulonnage à la virole et dont la partie formant plateforme est logée dans une gorge de la virole, dans lequel la plateforme comprend au moins un épaulement, un élément en matériau compressible étant, à l'état compressé au moins en partie, en appui contre cet épaulement et contre la gorge de la virole.

[0009] Selon l'invention, on implante un élément supplémentaire en matériau compressible dont la localisation est forcée par l'épaulement et qui se comprime lors du boulonnage de l'aube à la virole. En se comprimant ainsi, l'élément reprend le jeu au montage entre la plateforme de l'aube et la virole et empêche ainsi tout pivotement de l'aube dans la gorge de la virole.

[0010] En d'autres termes, le calage systématique des aubes de stator est réalisé lors du serrage du système boulon/écrou entre l'aube et la virole. Par sa capacité intrinsèque à se comprimer, l'élément permet d'augmenter les tolérances de fabrication de l'aube et de la virole. Autrement dit, les plateformes des aubes ainsi que les faces d'appui dans la gorge de la virole peuvent être usinées avec des tolérances suffisamment larges pour ne pas pénaliser leur coût de fabrication.

[0011] L'élément en matériau compressible selon l'invention apporte ainsi une garantie, uniquement par chaîne de côtes, du calage des aubes dans la gamme de tolérance requise. La correction du calage ou l'incidence des aubes ne sont donc plus à réaliser ultérieurement au boulonnage comme dans l'art antérieur.

[0012] L'élément en matériau compressible ne servant que lors de la fixation de l'aube à la virole, sa durée de vie n'a que peu d'importance eu égard à la turbomachine dans laquelle l'étage de stator est intégré.

[0013] Par « épaulement », il faut comprendre dans le cadre de l'invention, un changement brusque de dimensions de la face supérieure de la plateforme de l'aube en regard de la virole avec pour fonction de servir de surface d'appui à l'élément en matériau compressible. Il peut donc s'agir par exemple d'une rainure, c'est-à-dire une entaille longue sur la partie de la plateforme en regard de la virole. Il peut également s'agir d'un chanfrein sur l'une des arêtes de la plateforme en regard de la virole.

[0014] La virole à laquelle l'aube est fixée par boulonnage est de préférence la virole extérieure de l'étage.

[0015] L'étage peut comprendre un élément en matériau compressible continu sur toute la périphérie de l'étage. Il peut également comprendre des éléments en matériau compressible discontinus sur toute la périphérie de l'étage. Selon cette variante des éléments discontinus, chaque élément en matériau compressible est de longueur au plus égale à la largeur circonférentielle de la plateforme.

[0016] L'élément en matériau compressible peut comprendre une pièce de forme générale torique et à section circulaire, à l'état non compressé. Le matériau compressible peut être avantageusement choisi parmi les matériaux élastomères, le silicone. Il peut s'agir d'un caoutchouc de type VITON®. Il peut par exemple s'agir d'éléments de type joint d'étanchéité utilisé actuellement dans les turboréacteurs dans les compresseurs de type basse pression au niveau des gorges du tambour.

[0017] L'épaulement selon l'invention peut être réalisé sur une partie de la hauteur de la plateforme.

[0018] L'épaulement peut comprendre une paroi inclinée selon un angle compris entre 30 et 45° par rapport à l'axe de l'aube.

[0019] Un étage de stator particulièrement visé par l'invention est un étage de redresseur de compresseur d'un turboréacteur.

[0020] L'invention concerne également une turbomachine comprenant au moins un étage de stator décrit précédemment.

[0021] L'invention concerne enfin un procédé de fixation d'au moins une aube à une virole d'étage de stator selon la revendication 14, et dans lequel on réalise les étapes de :

a) réalisation d'un épaulement dans une plateforme d'une aube,
b) logement de la plateforme de l'aube dans une gorge de la virole,
c) insertion d'un élément en matériau compressible et de hauteur, à l'état non compressé, supérieure à celle de l'épaulement entre la plateforme et la gorge,
d) boulonnage de l'aube à la virole.

[0022] Selon un mode de réalisation avantageux, on fixe une pluralité d'aubes selon les étapes a) à d) et on insère un unique élément en matériau compressible continu sur toute la périphérie de l'étage.

[0023] On peut réaliser avantageusement l'étape c) avant l'étape b).

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0024] D'autres caractéristiques et avantages ressortiront mieux à la lecture de la description détaillée faite en référence aux figures 1 et 2 annexées.

La figure 1 est une vue en perspective d'un étage de stator selon l'invention, montrant la fixation de plusieurs aubes consécutives à la virole extérieure.
La figure 2 est une vue de coupe partielle d'un étage de stator selon la figure 1, montrant la fixation d'une des aubes à la virole extérieure.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0025] Tel que représenté en figure 1, l'étage de redresseur de compresseur d'un turboréacteur comprend une pluralité d'aubes 1 fixées à une virole extérieure 2 et une virole intérieure non représentée ici.

[0026] Chaque aube 1 comprend une partie centrale formant pale 10 et une partie formant plateforme 11 dont la face interne 110 assure la définition de la veine aérodynamique.

[0027] La virole extérieure 2 est une pièce monobloc sous la forme d'une couronne annulaire dont la face interne 20 est usinée en creux en formant une gorge de telle sorte que les plateformes 11 des aubes 1 peuvent s'y emboîter.

[0028] Les aubes 1 sont toutes fixées par boulonnage à la virole extérieure 2 par l'intermédiaire de boulons dont la tige filetée 12 fait partie intégrante de chaque aube 1.

[0029] Pour éviter à la plateforme 11 de l'aube 1 de pivoter dans la gorge 20 de la virole lors du serrage à la virole 2, on ajoute selon l'invention un élément supplémentaire 3 en matériau compressible avant le boulonnage de l'aube 1. La localisation de cet élément 3 est forcée par l'épaulement 111 réalisé dans la plateforme 11. Tel qu'illustré, l'épaulement 111 est réalisé par usinage et comprend deux parois 111a, 111b. Une des parois 111a fait un angle compris entre 30 et 45° avec l'axe X de l'aube 1 et l'autre des parois 111b est sensiblement parallèle à la face supérieure 112 de la plateforme 11, c'est-à-dire celle en regard avec la gorge 20 de la virole 2.

[0030] Dans le mode de réalisation illustré, un seul élément en matériau compressible 3 continu sur toute la périphérie de l'étage est inséré (figure 1). Le niveau de compressibilité du matériau de l'élément 3 est variable et dépend des tolérances recherchées. Ainsi, pour une précision sur le calage angulaire donnée, plus le jeu de montage entre la plateforme de l'autre et la gorge de la virole est précis, moins le matériau utilisé 3 doit être compressible et moins l'effort à appliquer au boulonnage de l'aube doit être important.

[0031] Ainsi, dans le mode de réalisation illustré, on réalise les étapes dans l'ordre successif suivant :

- réalisation des épaulements 111a, 111b dans les plateformes 11 des aubes 1,
- insertion de l'élément en matériau compressible 3 et de hauteur, à l'état non compressé, supérieure à celle h de l'épaulement, entre chaque plateforme et la gorge,
- logement des plateformes 11 d'aubes 1 dans la gorge 20 de la virole 2,
- boulonnage des aubes 1 à la virole 2.

[0032] Une fois le boulonnage effectué, l'élément 3 est à l'état compressé partiellement à la fois contre les parois 111a, 111b de l'épaulement 11 et contre la gorge 20 de la virole 2.

[0033] Dans le mode de réalisation illustré, la hauteur h de l'épaulement 111 correspond à une partie de la hauteur H de la plateforme 11 de l'aube.

[0034] L'élément 3 utilisé est avantageusement un joint de forme générale torique en caoutchouc de type VITON®, à section circulaire dont la longueur correspond sensiblement à la longueur périphérique de la gorge 20 de la virole 2. Les matériaux possibles pour l'élément 3 peuvent être également soit des matières élastomères, soit du silicone.

[0035] L'invention qui vient d'être décrite présente de nombreux avantages :

- l'élément en matériau compressible remplissant l'espace entre la plateforme d'aube et la virole, aucun pivotement de l'aube ne peut se produire lors du serrage,
- l'insertion de l'élément en matériau compressible protège la virole d'une blessure par le coin de la plateforme d'aube lors du serrage, c'est-à-dire qu'elle empêche la dégradation superficielle de la virole,
- la localisation de l'élément en matériau compressible entre la plateforme d'aube et la virole implique que l'élément ne peut jamais se trouver dans la veine aérodynamique de l'étage de stator,
- les tolérances d'usinage de la plateforme d'aube et de la gorge de virole peuvent être obtenues par des technologies largement disponibles et sans coût élevé voire prohibitif.

[0036] Pour ce dernier avantage, il est à noter que pour une plateforme 11 de largeur axiale L typiquement de l'ordre de 50mm et de largeur circonférentielle 1 de l'ordre de 30mm, les tolérances d'usinage selon les techniques de fixation de l'art antérieur sont de l'ordre de X/100ème sur les largeurs de plateforme et de la gorge de virole afin de respecter la tolérance requise sur le calage angulaire des aubes. Grâce à l'invention, il est tout à fait envisageable de doubler ces tolérances, c'est-à-dire de réaliser des usinages avec des tolérances de l'ordre de 2X/100eme tout en conservant la même tolérance requise sur le calage angulaire des aubes.

Revendications

1. Etage de stator comprenant au moins une virole (2) et, une pluralité d'aubes (1) fixées par boulonnage de la tige filetée qui fait partie intégrante de chaque aube à la virole et dont la partie formant plateforme (11) est logée dans une gorge (20) de la virole (2), **caractérisé en ce que** la plateforme (11) comprend au moins un épaulement (111, 111a, 111b), un élément en matériau compressible (3) étant, à l'état compressé au moins en partie, en appui contre cet épaulement (111, 111a, 111b) et contre la gorge (20) de la virole (2), dans lequel l'élément qui se comprime lors du boulonnage reprend du jeu au montage entre la plateforme de l'aube et la virole permettant de réaliser un calage systématique des aubes.

2. Etage de stator selon la revendication 1, dans lequel la virole à laquelle l'aube est fixée par boulonnage est la virole extérieure de l'étage.

3. Etage de stator selon la revendication 1 ou 2, comprenant un élément en matériau compressible continu sur toute la périphérie de l'étage.

4. Etage de stator selon la revendication 1 ou 2, comprenant des éléments en matériau compressible discontinus sur toute la périphérie de l'étage.

5. Etage de stator selon la revendication 4, comprenant un élément en matériau compressible contre chaque plateforme, l'élément en matériau compressible étant de longueur au plus égale à la largeur circonférentielle de la plateforme.

6. Etage de stator selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'élément comprend une pièce de forme générale torique et à section circulaire, à l'état non compressé.

7. Etage de stator selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le matériau compressible est choisi parmi les matériaux élastomères, le silicone, le viton®.

8. Etage de stator selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'épaulement (11, 111a, 111b) est réalisé sur une partie de la hauteur (H) de la plateforme (11).

9. Etage de stator selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'épaulement est constitué par un chanfrein.

10. Etage de stator selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'épaulement est constitué par une rainure.

11. Etage de stator selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'épaulement comprend une paroi inclinée (111a) selon un angle compris entre 30 et 45° par rapport à l'axe X de l'aube.

12. Etage de stator selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 constituant un étage de redresseur de compresseur d'un turboréacteur.

13. Turbomachine comprenant au moins un étage de stator selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

14. Procédé de fixation d'au moins une aube (1) à une virole (2) d'étage de stator dans lequel on réalise les étapes de :

a) réalisation d'un épaulement (11, 111a, 111b) dans une plateforme (11) d'une aube (1),
b) logement de la plateforme (11) de l'aube dans une gorge (20) de la virole (2),
c) insertion d'un élément en matériau compressible (3) et de hauteur, à l'état non compressé, supérieure à celle (h) de l'épaulement (11), entre la plateforme et la gorge,
d) boulonnage de la tige filetée qui fait partie

intégrante de chaque aube à la virole, dans lequel l'élément qui se comprime lors du boulonnage reprend du jeu au montage entre la plateforme de l'aube et la virole permettant de réaliser un calage systématique des aubes.

15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel on fixe une pluralité d'aubes selon les étapes a) à d) et dans lequel on insère un unique élément en matériau compressible continu sur toute la périphérie de l'étage.

16. Procédé selon la revendication 14 ou 15, dans lequel on réalise l'étape c) avant l'étape b).

Claims

1. A stator stage comprising at least an outer frame (2), and a plurality of blades (1) fixed by bolting the threaded rod, which is integral part of each blade, to the outer frame and which part (11) forming a platform is accommodated in a groove (20) of the outer frame (2), **characterized in that** the platform (11) comprises at least one shoulder (111, 111a, 111b), an element (3) made in a compressible material being, in the compressed state, at least in part, in abutment against the shoulder (111, 111a, 111b) and against the groove (20) of the outer frame (2), in which the element which is compressed during the bolting compensates the mounting clearance between the platform of the blade and the outer frame allowing to achieve the systematic pitch of blades.

2. A stator stage according to claim 1, wherein the outer frame to which the blade is fixed by bolting is the outside outer frame of the stage.

3. A stator stage according to claim 1 or 2, comprising an element made in a compressible material which is continuous along the whole periphery of the stage.

4. A stator stage according to claim 1 or 2, wherein comprising discrete elements made in a compressible material along the whole periphery of the stage.

5. A stator stage according to claim 4, comprising an element made in a compressible material against each platform, the element made in a compressible material being of a length at most equal to the circumferential width of the platform.

6. A stator stage according to anyone of the preceding claims, wherein the element comprises a part of a generally circular cross section and toroidal.

7. A stator stage according to anyone of the preceding claims, wherein the compressible material is chosen among the elastomer material, silicone, viton®.

8. A stator stage according to anyone of the preceding claims, wherein the shoulder (111, 111a, 111b) is achieved on a part of the height (H) of the platform (11).

9. A stator stage according to any of the preceding claims, wherein the shoulder (111, 111a, 111b) is constituted by a chamfer.

10. A stator stage according to any of claims 1 to 8, wherein the wherein the shoulder (111, 111a, 111b) is constituted by a slotting.

11. A stator stage according to any of the preceding claims, wherein the shoulder comprises a wall (111a) inclined at an angle between 30 and 45° with regard to the axis X of the blade.

12. A stator stage according to any of claims 1 to 11, constituting a stage of a compressor stator of a jet engine.

13. A turbomachine comprising at least a stator stage according to any of claims 1 to 12.

14. A method for fixing a blade to an outside frame (2) of a stator stage, the method comprising the following steps:

a/ achieving a shoulder (111, 111a, 111b) in a platform (11) of a blade (1),
b/ accommodating the platform (11) of the blade in a groove (20) of the outside frame (2),
c/ inserting an element (3) made in a compressible material and of a height, in the non compressed state, superior than the one of the shoulder (111), between the platform and the groove,
d/ bolting the threaded rod which is integral part of each blade, to the outside frame, in which the element which is compressed during the bolting compensates the mounting clearance between the platform of the blade and the outer frame allowing to achieve the systematic pitch of blades.

15. A method according to claim 14, in which it is fixed a plurality of blades according to steps a/ to d/ and in which it is inserted a unique element made in a compressible material which is continuous along the whole periphery of the stage.

16. A method cording to claim 14 or 15, in which step c/ is achieved before step b/.

Patentansprüche

1. Statorstufe mit mindestens einem Ring (2) sowie einer Mehrzahl von Schaufeln (1), die durch Verschraubung des Gewindeschaftes, der fester Bestandteil jeder Schaufel ist, an dem Ring befestigt sind und deren Plattform bildender Teil (11) Aufnahme in einer Nut (20) des Rings (2) findet,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Plattform (11) mindestens einen Absatz (111, 111a, 111b) aufweist, wobei sich ein Element aus zusammendrückbarem Werkstoff (3) in einem Zustand, in dem es zumindest teilweise zusammengedrückt ist, in Anlage an diesem Absatz (111, 111a, 111b) und an der Nut (20) des Rings (2) befindet, wobei das Element, das beim Verschrauben zusammengedrückt wird, bei der Montage Spiel zwischen der Plattform der Schaufel und dem Ring aufnimmt und damit die Herstellung einer systematischen Anstellung der Schaufeln ermöglicht.

2. Statorstufe nach Anspruch 1, bei der der Ring, an dem die Schaufel durch Verschraubung befestigt wird, der Mantelring der Statorstufe ist.

3. Statorstufe nach Anspruch 1 oder 2, die ein Element aus zusammendrückbarem Werkstoff aufweist, das sich ohne Unterbrechung über den gesamten Außenumfang der Stufe erstreckt.

4. Statorstufe nach Anspruch 1 oder 2, die Elemente aus zusammendrückbarem Werkstoff aufweist, die mit Unterbrechungen über den gesamten Außenumfang der Stufe angeordnet sind.

5. Statorstufe nach Anspruch 4, die ein Element aus zusammendrückbarem Werkstoff in Anlage an jeder Plattform aufweist, wobei das Element aus zusammendrückbarem Werkstoff höchstens die gleiche Umfangslinienbreite hat wie die Plattform.

6. Statorstufe nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der das Element aus einem Werkstück besteht, das in nicht zusammengedrücktem Zustand allgemein wulstförmig mit kreisförmige Querschnitt ist.

7. Statorstufe nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der der zusammendrückbare Werkstoff unter den Elastomeren, Silikon und Viton® gewählt ist.

8. Statorstufe nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der der Absatz (111, 111a, 111b) über einen Teil der Höhe (H) der Plattform (11) ausgeführt ist.

9. Statorstufe nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der der Absatz von einer Abschrägung gebildet wird.

10. Statorstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der der Absatz von einer Rille gebildet wird.

11. Statorstufe nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der der Absatz eine in einem Winkel von 30 bis 45° zur Achse X der Schaufel geneigte Wand (111a) aufweist.

12. Statorstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, die eine Leitstufe des Verdichters eines Turbotriebwerks bildet.

13. Turbomaschine mit mindestens einer Statorstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

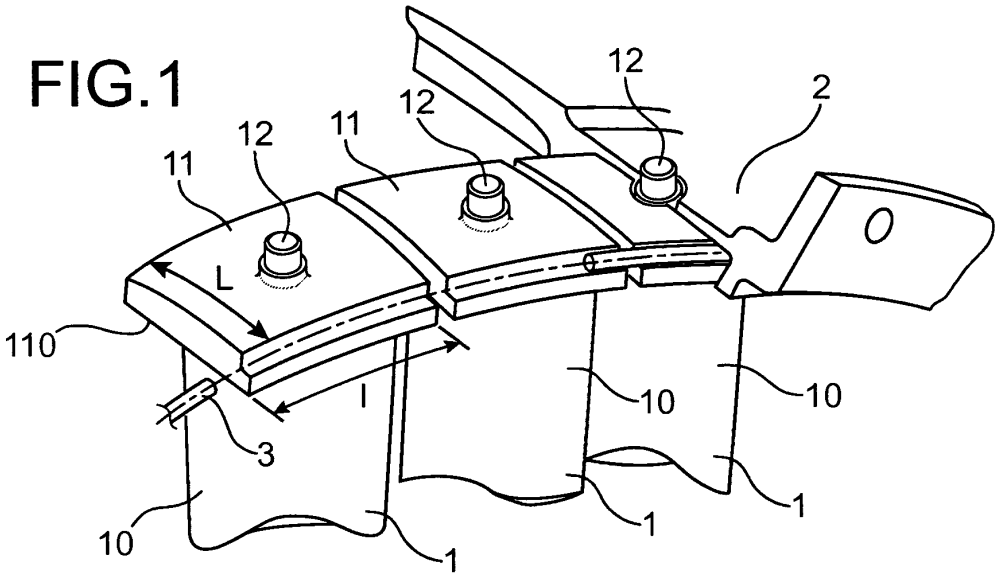
14. Verfahren zur Befestigung von mindestens einer Schaufel (1) an einem Statorstufenring (2), wobei die folgenden Schritte ausgeführt werden:

    a) Herstellung eines Absatzes (11, 111a, 111b) an einer Plattform (11) einer Schaufel (1),
    b) Einsetzen der Plattform (11) der Schaufel in eine Nut (20) des Rings (2),
    c) Einfügen eines Elements aus zusammendrückbarem Wertstoff (3), dessen Höhe in nicht zusammengedrücktem Zustand größer ist als die Höhe (h) des Absatzes (11), zwischen die Plattform und die Nut,
    d) Verschrauben des Gewindeschafts, der fester Bestandteil jeder Schaufel ist, an dem Ring, wobei das Element, das beim Verschrauben zusammengedrückt wird, bei der Montage Spiel zwischen der Plattform der Schaufel und dem Ring aufnimmt und damit die Herstellung einer systematischen Anstellung der Schaufeln ermöglicht.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem eine Vielzahl von Schaufeln gemäß den Arbeitsschritten a) bis d) befestigt werden und bei dem ein einziges, sich ohne Unterbrechung über den gesamten Außenumfang der Stufe erstreckendes Element aus zusammendrückbarem Werkstoff eingesetzt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, bei dem der Arbeitsschritt c) vor dem Arbeitsschritt b) ausgeführt wird.

FIG.1


12
12
11
12
11
2
L
110
l
3
10
10
10
1
1
1

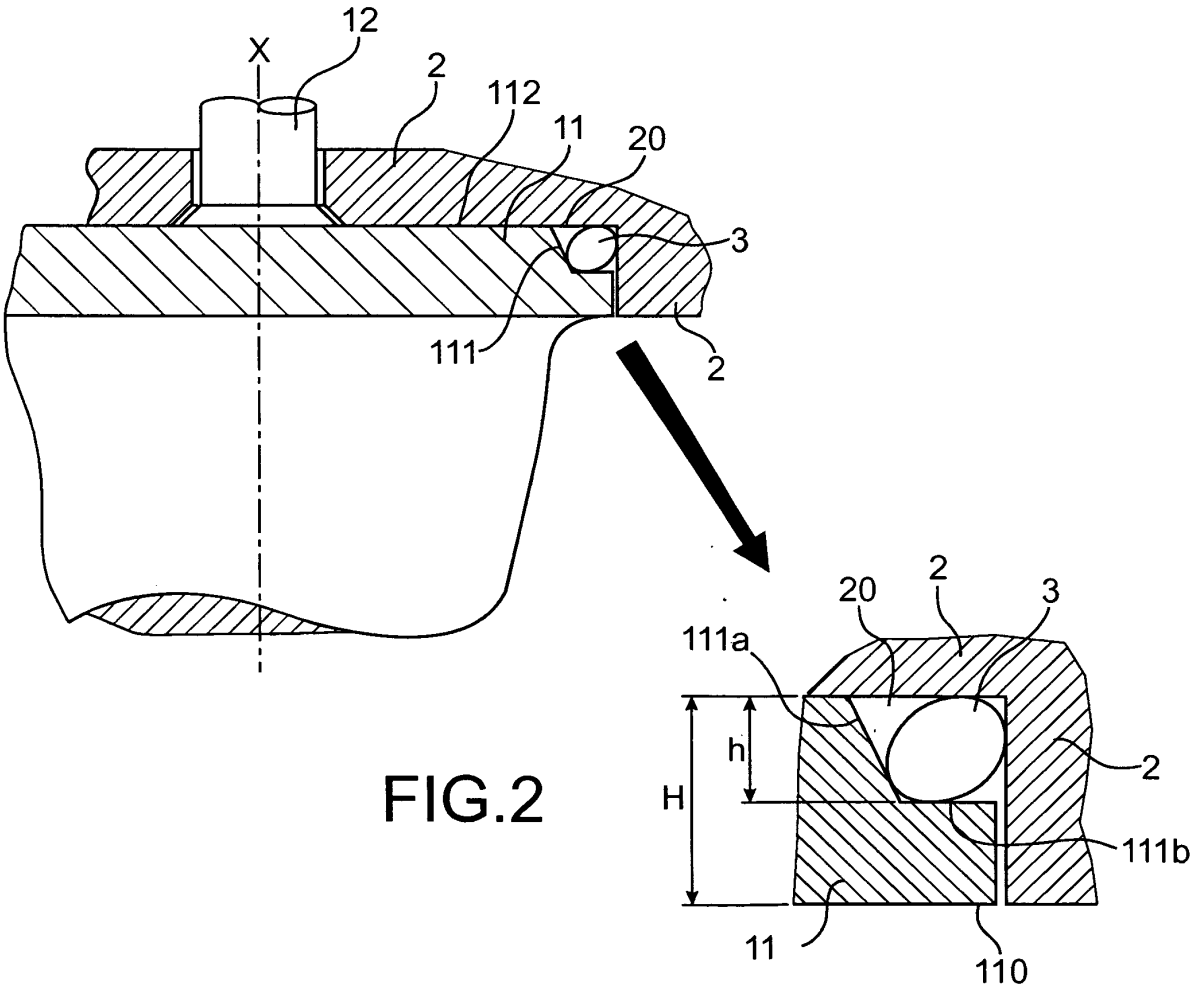

X
12
2
112
11
20
3
111
2
20
2
3
111a
h
H
2
111b
11
110

FIG.2

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

- US 2622790 A **[0004]**