



(11) **EP 2 376 790 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
07.03.2018 Bulletin 2018/10

(21) Numéro de dépôt: **10700112.5**

(22) Date de dépôt: **08.01.2010**

(51) Int Cl.:
F01D 17/16^(2006.01) F04D 29/56^(2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2010/050128

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2010/079204 (15.07.2010 Gazette 2010/28)

(54) **AUBE A CALAGE VARIABLE POUR ETAGE DE REDRESSEUR, COMPRENANT UNE PLATEFORME INTERNE NON CIRCULAIRE**

SCHAUFEL MIT VERSTELLBARER EINSTELLUNG FÜR EINE GLEICHRICHTERSTUFE, EINSCHLIESSLICH EINER NICHT KREISFÖRMIGEN INNENPLATTFORM

VARIABLE SETTING VANE FOR A RECTIFIER STAGE, INCLUDING A NONCIRCULAR INNER PLATFORM

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

(30) Priorité: **09.01.2009 FR 0950104**

(43) Date de publication de la demande:
19.10.2011 Bulletin 2011/42

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

(72) Inventeurs:
• **ABADIE, Aude**
F-77310 Saint Fargeau Ponthierry (FR)
• **LEJARS, Claude, Robert, Louis**
F-91210 Draveil (FR)

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

(56) Documents cités:
EP-A- 0 384 706 EP-A- 1 705 341
EP-A- 1 717 450 US-A- 4 231 703

EP 2 376 790 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

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention se rapporte de façon générale au domaine des étages de redresseurs à aubes à calage variable, ces étages étant prévus pour équiper des modules de turbomachine, du type compresseur ou turbine. Un tel étage de redresseur est connu du document EP 0 384 706.

[0002] L'invention s'applique de préférence aux turbomachines pour aéronef, par exemple du type turboréacteur ou turbopropulseur.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0003] En référence à la figure 1, on peut apercevoir une partie d'un compresseur haute pression pour turboréacteur, de conception connue de l'art antérieur. Le compresseur 1 comprend, de façon classique, une pluralité d'étages de redresseur 2a, 2b, 2c, et de roues mobiles (non représentées). Ces éléments, centrés sur l'axe 4 de la turbomachine, sont prévus en alternance dans la direction axiale, et destinés à être traversés par un flux d'air principal 6 s'écoulant à travers ce compresseur haute pression.

[0004] Chaque étage de redresseur 2a, 2b, 2c comprend une pluralité d'aubes 8, dites à calage variable. Les aubes 8, réparties circonférentiellement autour de l'axe 4, présentent chacune une tête reliée à un carter extérieur 10 du compresseur, cette tête comprenant habituellement une plateforme radialement externe 11 se prolongeant par un pion de centrage 12. Le pion 12 est relié à un système 14 permettant le pilotage en incidence de l'aube 8, système qui est monté sur le carter extérieur 10. De manière connue, le système 14 est capable de piloter en incidence toutes les aubes de son étage de redresseur associé, simultanément.

[0005] En référence à la figure 2, on peut voir que l'aube 8 présente également un pied, comprenant aussi habituellement une plateforme radialement interne 13 se prolongeant par un pion de centrage 16. Ce pion 16, d'axe identique à celui du pion 12 et correspondant à l'axe 20 de l'aube autour duquel cette aube peut être pivotée afin d'être calée en incidence, est inséré dans un anneau de redresseur 22.

[0006] Ce dernier, généralement réalisé à partir de plusieurs secteurs angulaires d'anneau, présente en effet une pluralité d'orifices 24 répartis circonférentiellement, chacun logeant une douille 26 de réception d'un pion de centrage 16. De plus, ces orifices 24 débouchent respectivement dans d'autres orifices 27 de logement des plateformes 13. De façon connue, outre le logement des douilles 26 et des plateformes radialement internes 13, l'anneau de redresseur 22 participe à la construction de la surface intérieure de délimitation de la veine principale traversée par le flux d'air 6.

[0007] Chaque douille 26 comprend une collerette 28

insérée dans l'un des orifices 24 de l'anneau, cette collerette définissant un logement 30 de pion de centrage, dans lequel le pion 16 d'une aube est inséré. Sur la figure 2, on peut voir que le pion 16 est revêtu d'un organe 32, de préférence solidaire de ce dernier, ayant pour fonction de favoriser le glissement dans la collerette 28. Par ailleurs, la douille 26 comporte une embase 34 solidaire de la collerette, et disposée radialement vers l'intérieur par rapport à celle-ci. L'embase 34 de chaque douille repose dans une rainure circonférentielle 36 de l'anneau de redresseur 22, afin d'assurer, de manière connue, un blocage en rotation de cette douille.

[0008] Effectivement, chaque embase 34 est délimitée par deux faces opposées selon la direction circonférentielle 40, et deux faces opposées selon la direction axiale 50, référencées 46 et 48. Les deux faces 46, 48, dites faces circonférentielles, sont sensiblement planes et en regard respectivement des deux chants délimitant la rainure 36, comme montré sur la figure 2.

[0009] Il est fait en sorte que les faces 46, 48 soient au plus prêt respectivement des deux chants de rainure en regard l'un de l'autre, et espacés selon la direction axiale 50. Généralement, seul un jeu fonctionnel est conservé entre les éléments en regard deux à deux, afin de permettre le logement des embases 34 dans la rainure circonférentielle 36 pourvue des orifices 24.

[0010] Avec cette configuration typique rencontrée dans l'art antérieur, lorsque le système de pilotage en incidence 14 entraîne les aubes 8 en rotation autour des axes de rotation 20 afin de les caler en incidence selon un angle précis, le pion de centrage 16 de chaque aube à tendance à entraîner avec lui la douille 26 en rotation, du fait des forces de frottement s'exerçant entre l'orifice 30 et l'organe 32 entourant le pied 16.

[0011] Cette rotation relative de chaque douille 26, selon son axe 20, par rapport à l'anneau 22, est stoppée par la consommation des jeux fonctionnels initialement prévus entre les faces circonférentielles 46, 48 et les chants de la rainure 36. Une fois le contact établi entre les faces 46, 48 de l'embase 34 et ces chants de rainure, la rotation relative de l'embase est stoppée, alors que la rotation relative de l'aube 8 par rapport à sa douille 26 et à l'anneau 22 peut se poursuivre, afin d'obtenir le calage désiré.

[0012] Si cet ensemble 60 pour étage de redresseur, comprenant l'anneau 22, les douilles 26 et les aubes 8, est largement répandu dans les réalisations de l'art antérieur, il présente néanmoins un inconvénient non négligeable, résidant dans la forte usure des pièces en présence. En particulier, il se produit une usure extrêmement rapide des chants de rainure impactés en permanence par les embases 34, cette usure ayant pour conséquence d'augmenter dans une proportion analogue l'amplitude de rotation des douilles à chaque changement de calage en incidence, et donc de provoquer également l'usure d'autres parties de l'anneau, comme celles en regard des collerettes 28, entraînant l'élargissement par usure de l'orifice 24.

[0013] En fonctionnement, chaque aube 8 subit un déversement provoqué par la résultante des forces aérodynamiques s'exerçant sur celle-ci. Ce déversement aérodynamique, dont l'amplitude est d'autant plus importante que l'usure précitée des orifices de logement 24 est grande, a pour conséquence la création de frottements entre la plateforme radialement interne 13 et son orifice de logement correspondant 27, pratiqué dans l'anneau 22.

[0014] Du fait de l'orientation de la résultante des forces aérodynamiques s'exerçant sur l'aube, ces frottements sont localisés au niveau de la partie de la plateforme 13 située du côté de l'intrados 62 de la pale 43 de l'aube, à savoir la partie de la plateforme 13 en regard de la portion de l'orifice portant la référence numérique 27 sur la figure 3.

[0015] Ces frottements entre la plateforme 13 de section circulaire, et la paroi de l'orifice de logement 27, ont pour conséquence néfaste une usure rapide de l'anneau 22, qui doit de ce fait être remplacé fréquemment.

[0016] Ces frottements ont aussi pour conséquence d'augmenter les contraintes dans la base de la pale coté intrados, ce qui réduit la durée de vie des aubes, qui ne peuvent alors pas tenir la durée de vie du moteur.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0017] L'invention a donc pour but de remédier au moins partiellement aux inconvénients mentionnés ci-dessus, relatifs aux réalisations de l'art antérieur.

[0018] Pour ce faire, l'invention a tout d'abord pour objet une aube à calage variable pour étage de redresseur de module de turbomachine, comprenant une partie pale de part et d'autre de laquelle sont disposées une plateforme radialement interne et une plateforme radialement externe, et comportant également un premier pion de centrage s'étendant radialement vers l'extérieur à partir de ladite plateforme radialement externe, ainsi qu'un second pion de centrage s'étendant radialement vers l'intérieur à partir de ladite plateforme radialement interne, lesdits premier et second pions de centrage définissant un axe commun de rotation d'aube, et ladite partie pale, qui présente une première surface formant extrados ainsi qu'une seconde surface formant intrados, séparant ladite plateforme radialement interne en une première partie agencée du côté de la première surface de pale et une seconde partie agencée du côté de la seconde surface de pale. Selon l'invention, en vue prise selon la direction de l'axe de rotation d'aube, ladite première partie de la plateforme radialement interne présente un contour extérieur superposé à un cercle, à distance et à l'intérieur duquel se trouve au moins une partie du contour extérieur de ladite seconde partie de la plateforme radialement interne.

[0019] L'invention prévoit donc, de manière originale, de rompre avec la forme habituelle de section circulaire pour la plateforme radialement interne de l'aube. En effet, la seconde partie de la plateforme, à savoir celle qui est

la plus sujette au frottement dans son orifice de logement du fait du déversement aérodynamique de l'aube, n'est donc plus circulaire, mais présente un retrait périphérique de matière. Ce retrait permet de l'écarter localement de l'orifice de logement de l'anneau dans lequel cette plateforme est destinée à être logée, dans le but de diminuer les frottements avec cet orifice. Ainsi, l'anneau étant moins sollicité en frottements par les plateformes radialement internes qu'il supporte, sa durée de vie est avantageusement accrue. De même, le niveau de contrainte dans l'aube reste identique à ce qu'il est prévu pour l'état neuf, et la durée de vie de l'aube n'est donc plus impactée.

[0020] Par ailleurs, le fait de localiser ce retrait de matière, et donc de ne pas l'appliquer tout autour de la plateforme radialement interne, permet de conserver des jeux faibles entre la portion de la plateforme de section circulaire restante, et l'orifice de logement de l'anneau dans lequel cette plateforme est destinée à être logée. Cela permet de n'impacter que très faiblement le flux aérodynamique traversant l'aube, du fait des faibles recirculations aérodynamiques observées.

[0021] De préférence, la partie du contour de la plateforme radialement interne, qui s'écarte dudit cercle, s'étend sur un secteur angulaire compris entre 100 et 140°, centré sur le centre dudit cercle.

[0022] De préférence, la partie du contour de la plateforme radialement interne, qui s'écarte dudit cercle, se trouve à une distance radiale maximale dudit cercle comprise entre une valeur correspondant à 7% du diamètre du cercle, et une valeur correspondant à 1% du diamètre de ce cercle.

[0023] L'invention a également pour objet un ensemble pour étage de redresseur comprenant une pluralité d'aubes à calage variable telles que celle décrite ci-dessus, ledit ensemble comportant un anneau de redresseur présentant, en association avec chacune desdites aubes, un orifice de logement de la plateforme radialement interne de l'aube, débouchant au niveau d'une surface intérieure de délimitation de veine principale définie par l'anneau, ainsi qu'un orifice de logement d'une douille de centrage de l'aube dans laquelle est inséré ledit second pion de centrage de sorte qu'en vue prise selon la direction de l'axe de rotation d'aube, ledit orifice de logement de la plateforme radialement interne présente un contour intérieur superposé à un cercle concentrique et de diamètre supérieur audit cercle auquel est superposé le contour extérieur de ladite première partie de la plateforme radialement interne.

[0024] De préférence, chaque plateforme radialement interne forme également une partie de ladite surface intérieure de délimitation de veine principale.

[0025] De préférence, chaque douille de centrage comprend d'une part une collerette insérée dans ledit orifice de logement de douille prévu sur l'anneau et définissant un logement du second pion de centrage, et d'autre part une embase solidaire de ladite collerette, lesdites douilles, s'étendant chacune selon un axe de

douille, se succédant les unes les autres selon une direction circonférentielle dudit anneau.

[0026] De préférence, l'embase de chaque douille de centrage est logée dans une rainure circonférentielle de l'anneau, délimitée par deux chants en regard et espacés l'un de l'autre selon une direction axiale de l'anneau.

[0027] L'invention a également pour objet un étage de redresseur à aubes à calage variable, pour module de turbomachine, comprenant un ensemble tel que décrit ci-dessus.

[0028] L'invention a par ailleurs pour objet un module de turbomachine comprenant au moins un étage de redresseur tel que décrit ci-dessus. A cet égard, le module peut être un compresseur, de préférence un compresseur haute pression, ou une turbine.

[0029] L'invention a pour objet une turbomachine comprenant au moins un module tel que décrit ci-dessus.

[0030] Enfin, l'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une aube à calage variable pour étage de redresseur de module de turbomachine, telle que celle décrite ci-dessus, dans lequel ladite plateforme radialement interne est obtenue à partir d'une forme de section circulaire, usinée sur sa périphérie de manière à obtenir ladite seconde partie de cette plateforme. Naturellement, l'aube selon l'invention peut être obtenue selon tout autre procédé, sans sortir du cadre de l'invention. A ce titre, la plateforme radialement interne peut être fabriquée de manière à adopter directement sa forme finale, par exemple par fonderie, sans passer par une forme intermédiaire de section circulaire.

[0031] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0032] Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;

- la figure 1, déjà décrite, représente une vue partielle en demi-coupe longitudinale d'un compresseur haute pression de turbomachine pour avion, selon une réalisation connue de l'art antérieur ;
- la figure 2, déjà décrite, représente une vue agrandie en demi-coupe longitudinale d'une partie d'un étage de redresseur du compresseur de la figure 1, montrant l'assemblage d'un pied d'aube de redresseur sur un anneau de redresseur ;
- la figure 3, déjà décrite, représente une vue en perspective d'une partie de l'ensemble équipant l'étage de redresseur montré sur la figure 2, l'ensemble comprenant l'anneau de redresseur et des aubes montées sur celui-ci (une seule aube étant représentée) ;
- la figure 4 représente une vue en perspective d'une partie d'un ensemble pour étage de redresseur à aubes à calage variable, selon un mode de réalisation préféré de la présente invention ;

- la figure 5 représente une vue agrandie en perspective d'une partie de l'ensemble montré sur la figure 4 ;
- la figure 6 est une vue de dessus prise selon l'axe de rotation de l'aube montrée sur la figure 5 ; et
- la figure 7 représente une vue en coupe prise le long de la ligne VII-VII de la figure 6.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

[0033] En référence à la figure 4, on peut apercevoir une partie d'un ensemble 160 selon un mode de réalisation préféré de la présente invention, cet ensemble 160 étant destiné à faire partie intégrante d'un étage de redresseur à aubes à calage variable, pour module de turbomachine.

[0034] Ce premier mode de réalisation est prévu pour remplacer l'ensemble 60 de l'art antérieur décrit précédemment, et donc conçu pour être agencé au sein de l'un quelconque des étages de redresseur 2a, 2b, 2c du compresseur haute pression de la figure 1. A cet égard, il est noté que l'ensemble présente, en coupe selon la ligne II-II de la figure 4, une forme identique ou similaire à celle de l'ensemble 60 de la figure 2. D'ailleurs, sur les figures, les éléments portant des références numériques identiques correspondent à des éléments identiques ou similaires.

[0035] Ainsi, l'ensemble 160 comprend un anneau de redresseur 22 identique à celui décrit pour l'ensemble 60 de l'art antérieur. En particulier, il est pourvu des orifices de logement 24, 27 répartis de manière régulière selon la direction circonférentielle ou tangentielle 40, avec les orifices 27 débouchant au niveau d'une surface intérieure de délimitation de veine principale 66 formée par l'anneau 22, et les orifices 24 débouchant au niveau de la rainure circonférentielle (non visible sur la figure 4) délimitée par les deux chants de rainure en regard et espacés l'un de l'autre selon la direction axiale 50. Cet anneau est bien évidemment centré sur l'axe de la turbomachine.

[0036] L'ensemble 160 est également équipé d'une pluralité de douilles de réception de pied d'aube (non représentées), du type de celle montrée sur la figure 2, et prévues en nombre identique à celui des aubes de l'étage de redresseur, à savoir plusieurs dizaines. Les douilles 26, logées dans les orifices 24, se succèdent donc les unes les autres en étant agencées côte-à-côte tout le long de la direction circonférentielle 40, sur 360°.

[0037] L'ensemble 160 comporte enfin une pluralité d'aubes 8 à calage variable, chacune coopérant avec un couple d'orifices 24, 27 et une douille logée dans l'orifice 24.

[0038] Comme mentionné précédemment, chaque aube 8 comprend une partie pale 43 de part et d'autre de laquelle sont disposées une plateforme radialement interne 13 et une plateforme radialement externe 11, et comportant également un premier pion de centrage 12 s'étendant radialement vers l'extérieur à partir de la plateforme 11, ainsi qu'un second pion de centrage (non

visible sur la figure 4) s'étendant radialement vers l'intérieur à partir de la plateforme 13, ces premier et second pions de centrage définissant un axe commun de rotation d'aube 20.

[0039] En outre, la partie pale 43 présente une première surface formant extrados 64 ainsi qu'une seconde surface opposée à la première, formant intrados 62. La base de cette partie pale 43 sépare la plateforme radialement interne 13 en une première partie 13a agencée du côté de l'extrados 64, et une seconde partie 13b agencée du côté de l'intrados 62, comme cela est le mieux visible sur la figure 5. A titre indicatif, il peut être considéré qu'au niveau du bord d'attaque 68 de la pale, les première et seconde parties 13a, 13b sont délimitées par le prolongement du squelette 70 de la base de la pale. A l'opposé de cette zone, la délimitation s'effectue toujours par l'intrados 62 et l'extrados 64, puisque le bord de fuite de la pale s'étend bien au-delà de la plateforme 13. D'ailleurs, en raison de cette extension de la pale 43 au-delà de la plateforme, l'orifice 27 présente un léger chanfrein 72 au niveau de sa partie susceptible d'être recouverte par cette pale.

[0040] La surface supérieure des parties 13a et 13b de la plateforme interne 13 constitue également une partie de la surface intérieure de délimitation de veine principale 66, qui est de préférence inclinée par rapport à la direction axiale, et qui, de manière générale, s'écarte de l'axe moteur en allant vers l'aval.

[0041] L'une des particularités de l'invention a été schématisée sur la figure 6, montrant l'une des aubes 8 montée sur l'anneau 22, dans une vue prise selon la direction de l'axe de rotation 20 de cette aube. Dans cette vue, la première partie 13a de la plateforme 13, située du côté extrados 64, présente un contour extérieur référencé Ca, superposé à un cercle référencé C1 de centre correspondant à l'axe 20. Du fait de la superposition du contour Ca et du cercle C1, ces deux éléments sont représentés par la même ligne en arc de cercle.

[0042] En outre, au moins une partie Cb1 du contour extérieur Cb de la seconde partie 13b de la plateforme 13 se trouve agencée à distance et à l'intérieur du cercle précité C1. Dans le mode de réalisation préféré représenté, la partie Cb1 du contour qui se trouve agencée à l'intérieur du cercle C1 ne correspond qu'à une portion de ce contour référencé Cb, l'autre partie Cb2 étant quant à elle superposée au cercle C1. Comme visible sur la figure 6, la partie Cb2 peut être celle se trouvant dans la continuité des deux extrémités du contour de la partie Ca, tandis que la partie Cb1 peut s'étendre sur un secteur angulaire 74 par exemple de l'ordre de 120°, centré sur le centre 20 du cercle C1. A titre d'exemple, la partie Cb1 du contour Cb peut prendre la forme d'un arc de cercle centré sur un centre 76 décalé du centre 20 du cercle C1.

[0043] La plateforme 13 qui résulte de la définition géométrique ci-dessus, présente donc une forme générale assimilable à une forme cylindrique de section circulaire présentant un retrait périphérique de matière au niveau d'une portion de sa seconde partie 13b, afin que cette

portion soit plus éloignée de l'orifice 27 que ne le sont les autres portions de cette plateforme 13.

[0044] En effet, toujours en référence à la figure 6, l'orifice de logement 27 de la plateforme radialement interne 13 présente un contour intérieur C' superposé à un cercle C2 concentrique et de diamètre supérieur au cercle C1 précité. Par conséquent, à l'état de repos, le premier jeu séparant le contour C' et les parties de contour Ca, Cb2 est sensiblement constant, par exemple de l'ordre de 0,5 mm, et inférieur au second jeu évolutif « j » séparant le contour C' de la partie de contour Cb1. Ce second jeu « j », également référencé sur la figure 7, est d'ailleurs sensiblement identique au premier jeu à proximité des deux jonctions avec le contour Cb2, puis augmente progressivement en se rapprochant de la portion centrale de la partie de contour Cb1, où il atteint son maximum, par exemple de l'ordre de 1,75 mm.

[0045] A cet égard, on peut prévoir que la partie Cb1 du contour Cb, qui s'écarte du cercle C1, se trouve à une distance radiale maximale de ce cercle comprise entre une valeur correspondant à 7% du diamètre du cercle C1, et une valeur correspondant à 1% du diamètre de ce cercle C1. Il est noté que la distance radiale doit naturellement être comprise comme la distance entre le cercle C1 et le contour Cb1 selon une ligne droite passant par le centre 20 du cercle C1.

[0046] Ainsi, en fonctionnement, l'aube 8 subit un déversement provoqué par la résultante des forces aérodynamiques s'exerçant sur celle-ci, qui a pour conséquence de rapprocher le contour Cb1 de l'orifice 27, sans provoquer de frottements néfastes sur l'anneau 22.

[0047] De préférence, il est noté que la surface latérale de la plateforme 13, définissant les contours Ca, Cb, est cylindrique d'axe 20, de même qu'abstraction faite du chanfrein 72, la surface latérale de l'orifice de logement 27, définissant le contour C', est également cylindrique d'axe 20.

40 Revendications

1. Aube (8) à calage variable pour étage de redresseur de module de turbomachine, comprenant une partie pale (43) de part et d'autre de laquelle sont disposées une plateforme radialement interne (13) et une plateforme radialement externe (11), et comportant également un premier pion de centrage (12) s'étendant radialement vers l'extérieur à partir de ladite plateforme radialement externe, ainsi qu'un second pion de centrage (16) s'étendant radialement vers l'intérieur à partir de ladite plateforme radialement interne, lesdits premier et second pions de centrage (12, 16) définissant un axe commun (20) de rotation d'aube, et ladite partie pale (43), qui présente une première surface (64) formant extrados ainsi qu'une seconde surface (62) formant intrados, séparant ladite plateforme radialement interne (13) en une première partie (13a) agencée du côté de la première

- surface de pale (64) et une seconde partie (13b) agencée du côté de la seconde surface de pale (62), **caractérisée en ce qu'en** vue prise selon la direction de l'axe de rotation d'aube (20), ladite première partie (13a) de la plateforme radialement interne présente un contour extérieur (Ca) superposé à un cercle (C1), à distance et à l'intérieur duquel se trouve au moins une partie (Cb1) du contour extérieur (Cb) de ladite seconde partie (13b) de la plateforme radialement interne.
2. Aube selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la partie (Cb1) du contour de la plateforme radialement interne (13), qui s'écarte dudit cercle (C1), s'étend sur un secteur angulaire (74) compris entre 100 et 140°, centré sur le centre dudit cercle (C1).
3. Aube selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisée en ce que** la partie (Cb1) du contour de la plateforme radialement interne (13), qui s'écarte dudit cercle (C1), se trouve à une distance radiale maximale dudit cercle comprise entre une valeur correspondant à 7% du diamètre du cercle, et une valeur correspondant à 1% du diamètre de ce cercle.
4. Ensemble (160) pour étage de redresseur comprenant une pluralité d'aubes à calage variable (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, ledit ensemble comportant un anneau de redresseur (22) présentant, en association avec chacune desdites aubes (8), un orifice (27) de logement de la plateforme radialement interne (13) de l'aube, débouchant au niveau d'une surface intérieure de délimitation de veine principale (66) définie par l'anneau, ainsi qu'un orifice (24) de logement d'une douille (26) de centrage de l'aube dans laquelle est inséré ledit second pion de centrage (16) de sorte qu'en vue prise selon la direction de l'axe de rotation d'aube, ledit orifice (27) de logement de la plateforme radialement interne (13) présente un contour intérieur (C') superposé à un cercle (C2) concentrique et de diamètre supérieur audit cercle (C1) auquel est superposé le contour extérieur (Ca) de ladite première partie (13a) de la plateforme radialement interne (13).
5. Ensemble selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** chaque plateforme radialement interne (13) forme également une partie de ladite surface intérieure de délimitation de veine principale (66).
6. Ensemble selon la revendication 4 ou la revendication 5, **caractérisé en ce que** chaque douille de centrage (26) comprend d'une part une collerette (28) insérée dans ledit orifice de logement de douille (24) prévu sur l'anneau (22) et définissant un logement du second pion de centrage (30), et d'autre part une embase (34) solidaire de ladite collerette, lesdites douilles, s'étendant chacune selon un axe de douille (20), se succédant les unes les autres selon une direction circonférentielle (40) dudit anneau.
7. Ensemble selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'embase (34) de chaque douille de centrage (26) est logée dans une rainure circonférentielle (36) de l'anneau, délimitée par deux chants en regard et espacés l'un de l'autre selon une direction axiale (50) de l'anneau.
8. Etage (2a, 2b, 2c) de redresseur à aubes (8) à calage variable, pour module de turbomachine, comprenant un ensemble (160) selon l'une quelconque des revendications 4 à 7.
9. Module de turbomachine (1) comprenant au moins un étage de redresseur (2a, 2b, 2c) selon la revendication 8.
10. Module selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'il** est un compresseur ou une turbine.
11. Turbomachine comprenant au moins un module (1) selon l'une des revendications 9 ou 10.
12. Procédé de fabrication d'une aube à calage variable pour étage de redresseur de module de turbomachine, selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel ladite plateforme radialement interne est obtenue à partir d'une forme de section circulaire, usinée sur sa périphérie de manière à obtenir ladite seconde partie de cette plateforme.

Patentansprüche

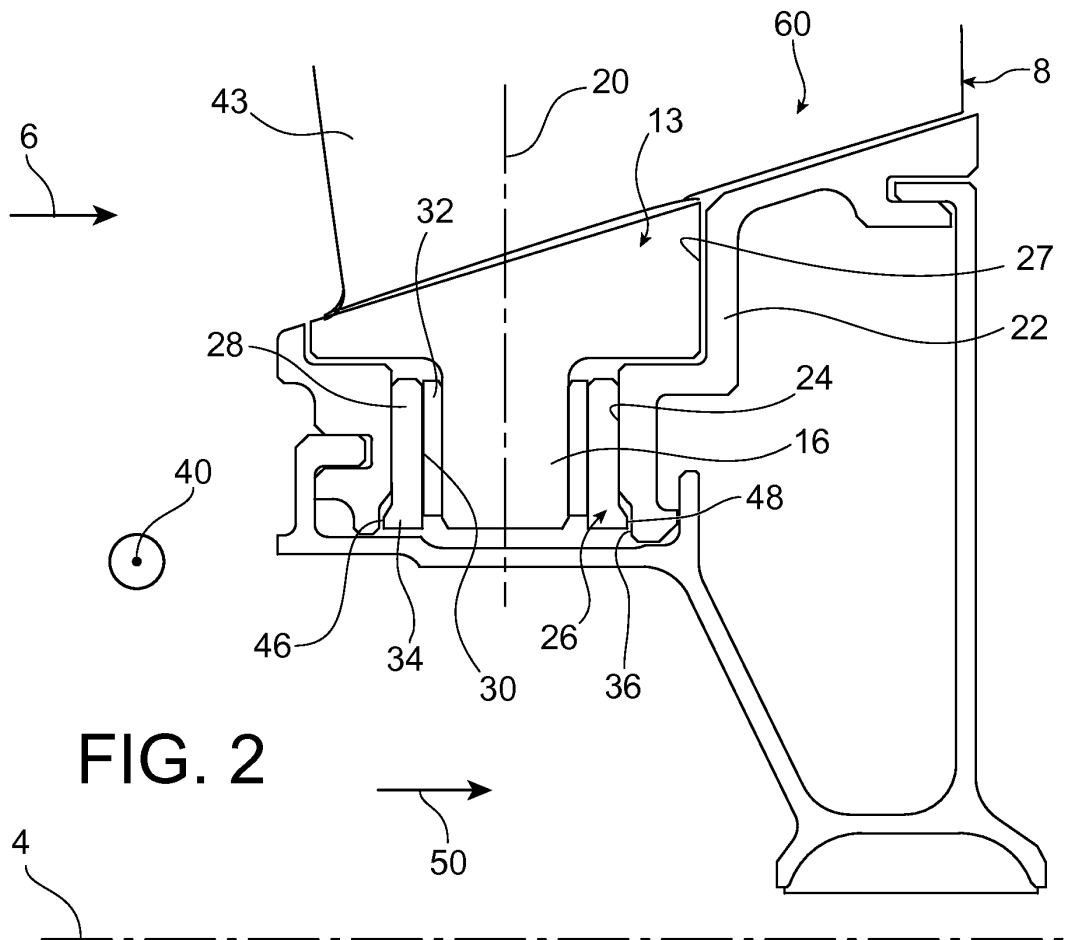
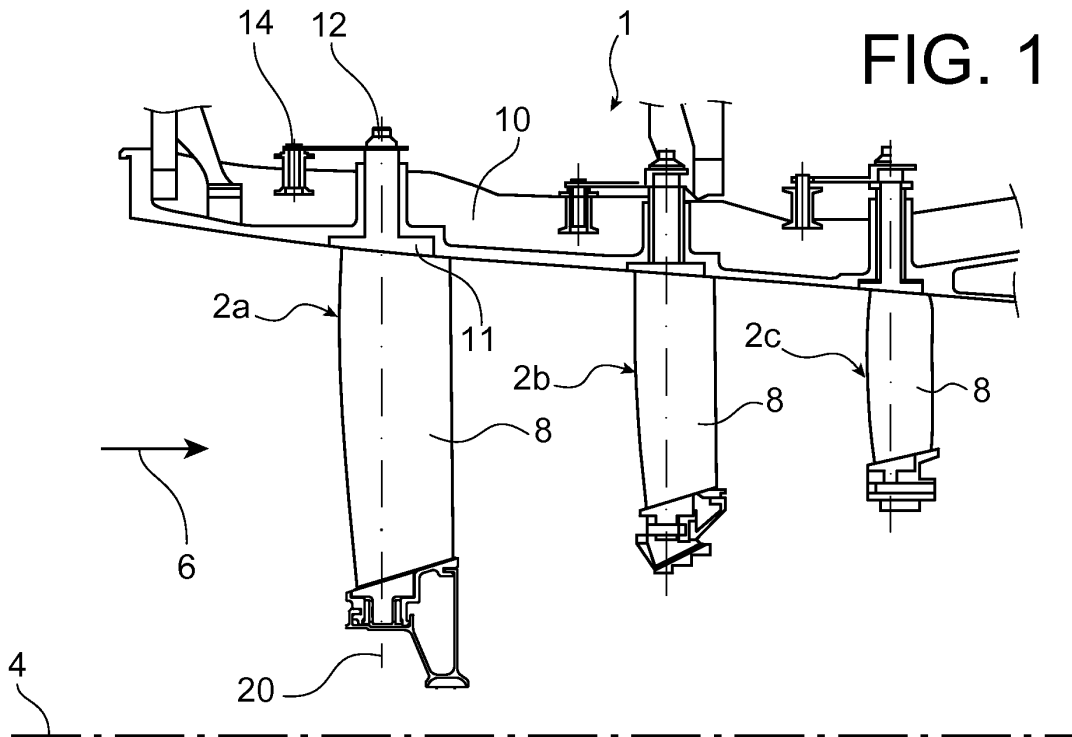
1. Schaufel (8) mit verstellbarem Anstellwinkel für eine Leitschaufelradstufe eines Turbotriebwerk-Moduls, welche einen Schaufelblattbereich (43) aufweist, zu dessen beiden Seiten eine radial innen gelegene Plattform (13) und eine radial außen gelegene Plattform (11) angeordnet sind, und ferner einen ersten Zentrierzapfen (12), der sich von der genannten radial außen gelegenen Plattform aus radial nach außen erstreckt, sowie einen zweiten Zentrierzapfen (16), der sich von der genannten radial innen gelegenen Plattform aus radial nach innen erstreckt, aufweist, wobei dieser erste und dieser zweite Zentrierzapfen (12, 16) eine gemeinsame Drehachse (20) der Schaufel bilden, und wobei der genannte Schaufelblattbereich (43), der eine erste, die Saugseite bildende Oberfläche (64) sowie eine zweite, die Druckseite bildende Oberfläche (62) aufweist, diese radial innen gelegene Plattform (13) in einen ersten Bereich (13a), der auf der Seite der ersten Schaufelblattoberfläche (64) angeordnet ist, und einen zweiten Bereich (13b), der auf der Seite der

- zweiten Schaufelblattoberfläche (62) angeordnet ist, unterteilt,
- dadurch gekennzeichnet,**
dass in der Richtung der Drehachse (20) der Schaufel betrachtet, dieser erste Bereich (13a) der radial innen gelegenen Plattform eine auf einem Kreis (C1) liegende Außenkontur (Ca) aufweist, innerhalb derer und in Abstand zu der sich zumindest ein Teil (Cb1) der Außenkontur (Cb) des zweiten Bereichs (13b) der radial innen gelegenen Plattform befindet.
2. Schaufel nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich der Teil (Cb1) der Außenkontur der radial innen gelegenen Plattform (13), der von dem genannten Kreis (C1) abweicht, über einen Winkelsektor (74) von 100 bis 140° erstreckt, zentriert auf den Mittelpunkt dieses Kreises (C1).
3. Schaufel nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich der Teil (Cb1) der Außenkontur der radial innen gelegenen Plattform (13), der von dem genannten Kreis (C1) abweicht, in einem maximalen radialen Abstand von diesem Kreis befindet, welcher zwischen einem Wert, der 7% des Durchmessers des Kreises entspricht, und einem Wert, der 1% des Durchmessers dieses Kreises entspricht, liegt.
4. Gesamtanordnung (160) für eine Leitschaufelradstufe mit einer Vielzahl von Schaufeln (8) mit verstellbarem Anstellwinkel nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei diese Gesamtanordnung einen Leitkranz (22) umfasst, der in Verbindung mit jeder dieser Schaufeln (8) eine Öffnung (27) zur Aufnahme der radial innen gelegenen Plattform (13) der Schaufel aufweist, die im Bereich einer inneren Begrenzungsfläche der von dem Kranz gebildeten Hauptströmungsbahn (66) mündet, sowie eine Öffnung (24) zur Aufnahme einer Zentrierbuchse (26) der Schaufel aufweist, in der der genannte zweite Zentrierzapfen (16) dergestalt eingesetzt ist, dass, in der Richtung der Drehachse der Schaufel betrachtet, die Öffnung (27) zur Aufnahme der radial innen gelegenen Plattform (13) eine Innenkontur (C') aufweist, die auf einem Kreis (C2) liegt, der mit größerem Durchmesser als und konzentrisch mit dem Kreis (C1) ausgeführt ist, auf dem die Außenkontur (Ca) des ersten Bereichs (13a) der radial innen gelegenen Plattform (13) liegt.
5. Gesamtanordnung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass jede radial innen gelegene Plattform (13) ferner einen Teil der genannten inneren Begrenzungsfläche der Hauptströmungsbahn (66) bildet.
6. Gesamtanordnung nach Anspruch 4 oder Anspruch
- 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass jede Zentrierbuchse (26) einerseits aus einem Kranz (28) besteht, der in die an dem Kranz (22) vorgesehene Zentrierbuchsen-Aufnahmeöffnung (24) eingesetzt ist und eine Aufnahme (30) für den zweiten Zentrierzapfen bildet, und andererseits aus einer mit diesem Kranz fest verbundenen Basis (34) besteht, wobei diese Buchsen, die sich jede auf einer Buchsen-Achse (20) erstrecken, in einer Umfangsrichtung (40) dieses Kranzes aufeinander folgend angeordnet sind.
7. Gesamtanordnung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Basis (34) jeder Zentrierbuchse (26) in einer am Umfang umlaufenden Auskehlung (36) des Kranzes Aufnahme findet, welche durch zwei gegenüberliegende und voneinander in einer Achsrichtung (50) des Kranzes beabstandete Schmalseiten gebildet wird.
8. Leitschaufelradstufe (2a, 2b, 2c) mit Schaufeln (8) mit verstellbarem Anstellwinkel für Turbotriebwerk-Module mit einer Gesamtanordnung (160) nach einem der Ansprüche 4 bis 7.
9. Turbotriebwerk-Modul (1) mit mindestens einer Leitschaufelradstufe (2a, 2b, 2c) nach Anspruch 8.
10. Modul nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass es ein Verdichter oder eine Turbine ist.
11. Turbotriebwerk mit mindestens einem Modul (1) nach einem der Ansprüche 9 oder 10.
12. Verfahren zur Herstellung einer Schaufel mit verstellbarem Anstellwinkel für eine Leitschaufelradstufe eines Turbotriebwerk-Moduls nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die genannte radial innen gelegene Plattform aus einer Form mit kreisförmigem Querschnitt hergestellt wird, die an ihrem Außenumfang dergestalt bearbeitet wird, dass der genannte zweite Bereich dieser Plattform hergestellt wird.

Claims

1. A variable-pitch vane (8) for a stator stage of a turbomachine module, including an active part of the vane (43), either side of which are arranged a radially inner platform (13) and a radially outer platform (11), and also including a first centring pin (12) which extends radially towards the outside from the said radially outer platform, together with a second centring pin (16) extending radially towards the inside from

- the said radially inner platform, where the said first and second centring pins (12, 16) define a common vane rotational axis (20), and where the said active part of the vane (43), which has a first surface (64) forming a convex surface, and a second surface (62) forming a concave surface, separates the said radially inner platform (13) into a first part (13a) positioned on the side of the first vane surface (64) and a second part (13b) positioned on the side of the second vane surface (62),
- characterised in that**, seen along the direction of the vane's (20) axis of rotation, the said first part (13a) of the radially inner platform has an outer outline (Ca) superimposed on a circle (C1), at the distance of which, and inside which, is at least a part (Cb1) of the outer outline (Cb) of the said second part (13b) of the radially inner platform.
2. A vane according to claim 1, **characterised in that** the part (Cb1) of the outline of the radially inner platform (13), which is separated from the said circle (C1), extends over an angular sector (74) of between 100 and 140°, centred on the centre of the said circle (C1).
 3. A vane according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the part (Cb1) of the outline of the radially inner platform (13), which is separated from the said circle (C1), is located at a maximum radial distance from the said circle of between a value corresponding to 7% of the diameter of the circle, and a value corresponding to 1% of the diameter of this circle.
 4. A stator stage assembly (160) including multiple variable-pitch vanes (8) according to any of the previous claims, where the said assembly includes a stator vane ring (22) having, in association with each of the said vanes (8), an orifice (27) holding the radially inner platform (13) of the vane, opening out into the area of an inner surface demarcating a principal airstream (66) defined by the ring, together with an orifice (24) holding a centring bushing (26) of the vane in which is inserted the said second centring pin (16) such that, seen along a direction of the axis of rotation of the vane, the said orifice (27) holding the radially inner platform (13) has an inner outline (C') superimposed on a concentric circle (C2), of diameter greater than the said circle (C1), on to which the outer outline (Ca) of the said first part (13a) of the radially inner platform (13) is superimposed.
 5. An assembly according to claim 4, **characterised in that** each radially inner platform (13) also forms a part of the said inner surface demarcating the principal airstream (66).
 6. An assembly according to claim 4 or claim 5, **characterised in that** each centring bushing (26) preferably includes firstly a skirt (28) inserted in the said bushing holding orifice (24) in the ring (22), and defining a seat of the second centring pin (30), and secondly a base (34) coupled with the said skirt, where the said bushings, each extending in a bushing axis (20), succeed one another in a circumferential direction (40) of the said ring.
 7. An assembly according to claim 6, **characterised in that** the base (34) of each centring bushing (26) is held in a circumferential groove (36) of the ring, demarcated by two facing edges spaced relative to one another in an axial direction (50) of the ring.
 8. A stator stage (2a, 2b, 2c) with variable-pitch vanes (8) for a turbomachine module, including an assembly (160) according to any of the claims 4 to 7.
 9. A turbomachine module (1) including at least one stator stage (2a, 2b, 2c) according to claim 8.
 10. A module according to claim 9, **characterised in that** it is a compressor or a turbine.
 11. A turbomachine including at least one module (1) according to one of the claims 9 or 10.
 12. A method of manufacture of a variable-pitch vane for a turbomachine module stator stage, according to any of the claims 1 to 3, in which the said radially inner platform is obtained from a shape of circular section, machined in its periphery so as to obtain the said second part of this platform.



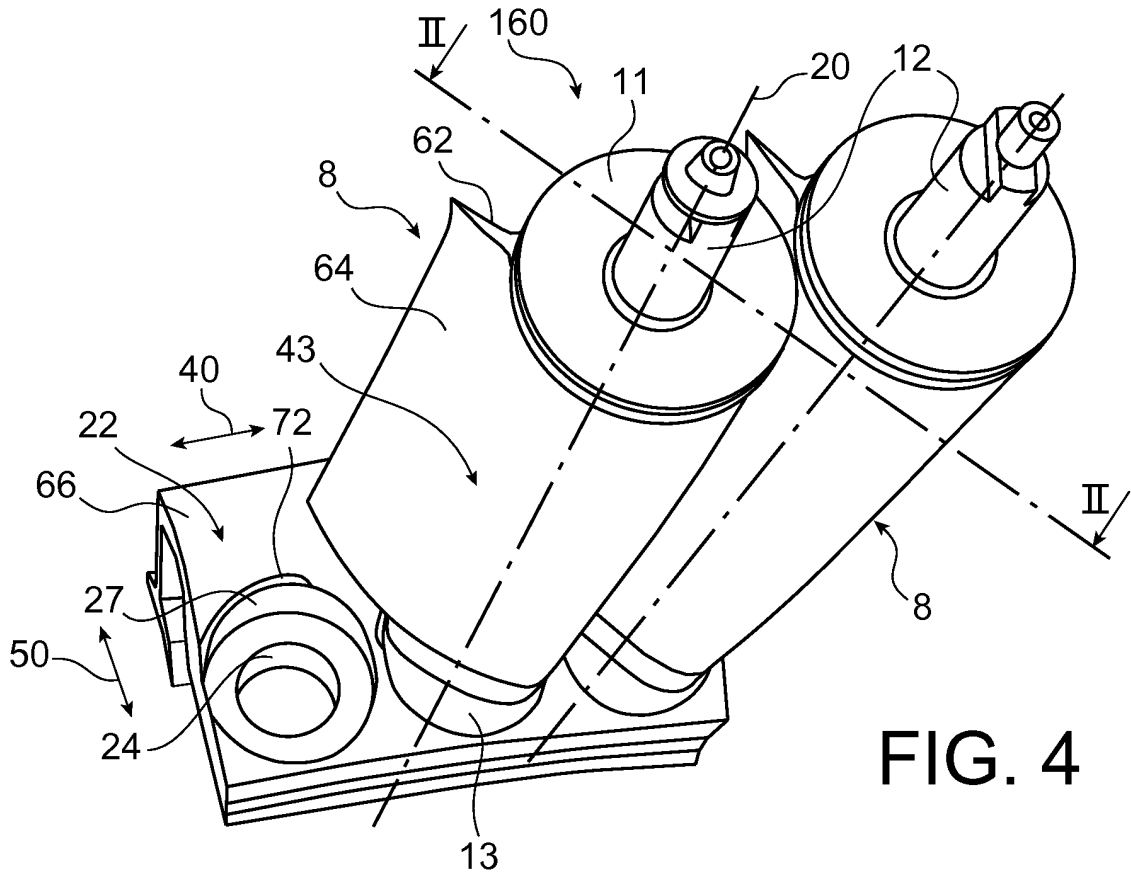


FIG. 4

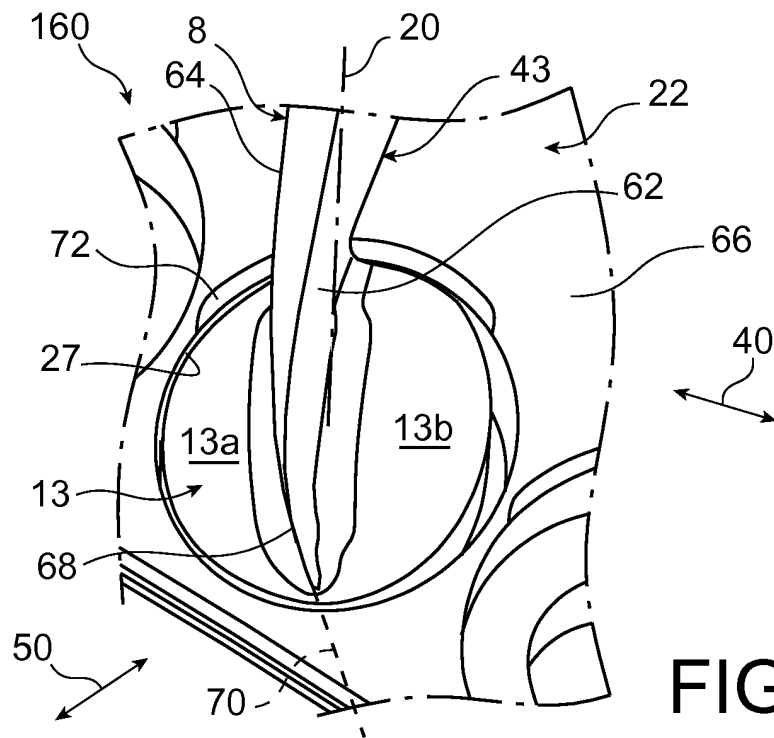


FIG. 5

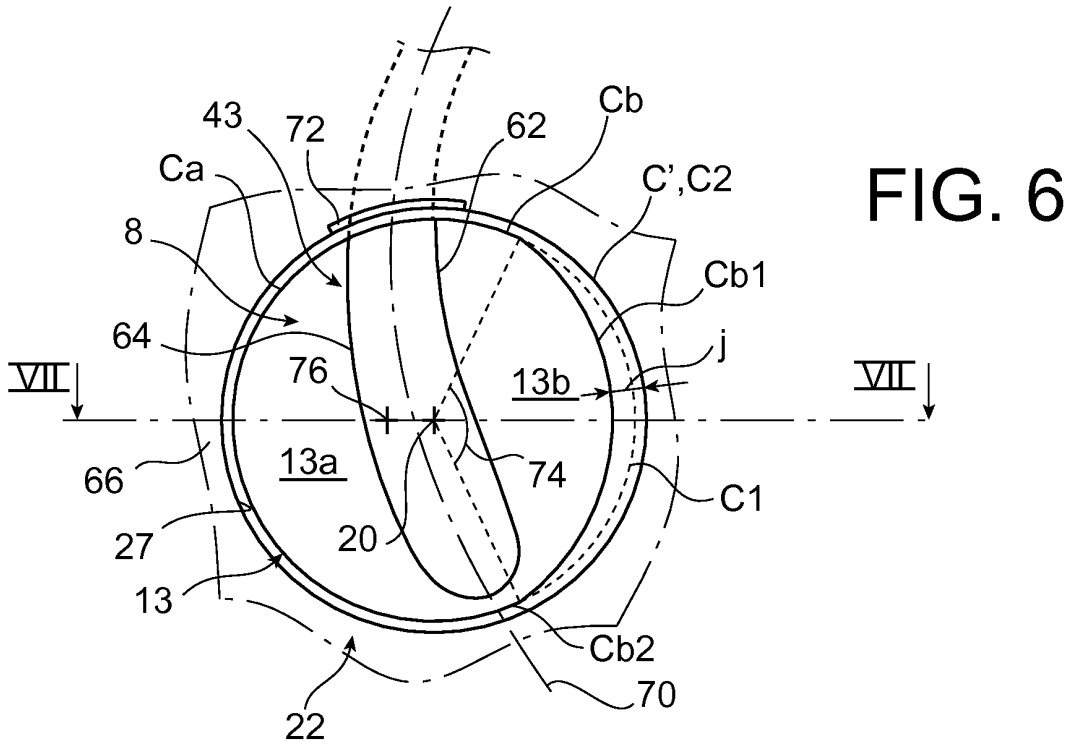


FIG. 6

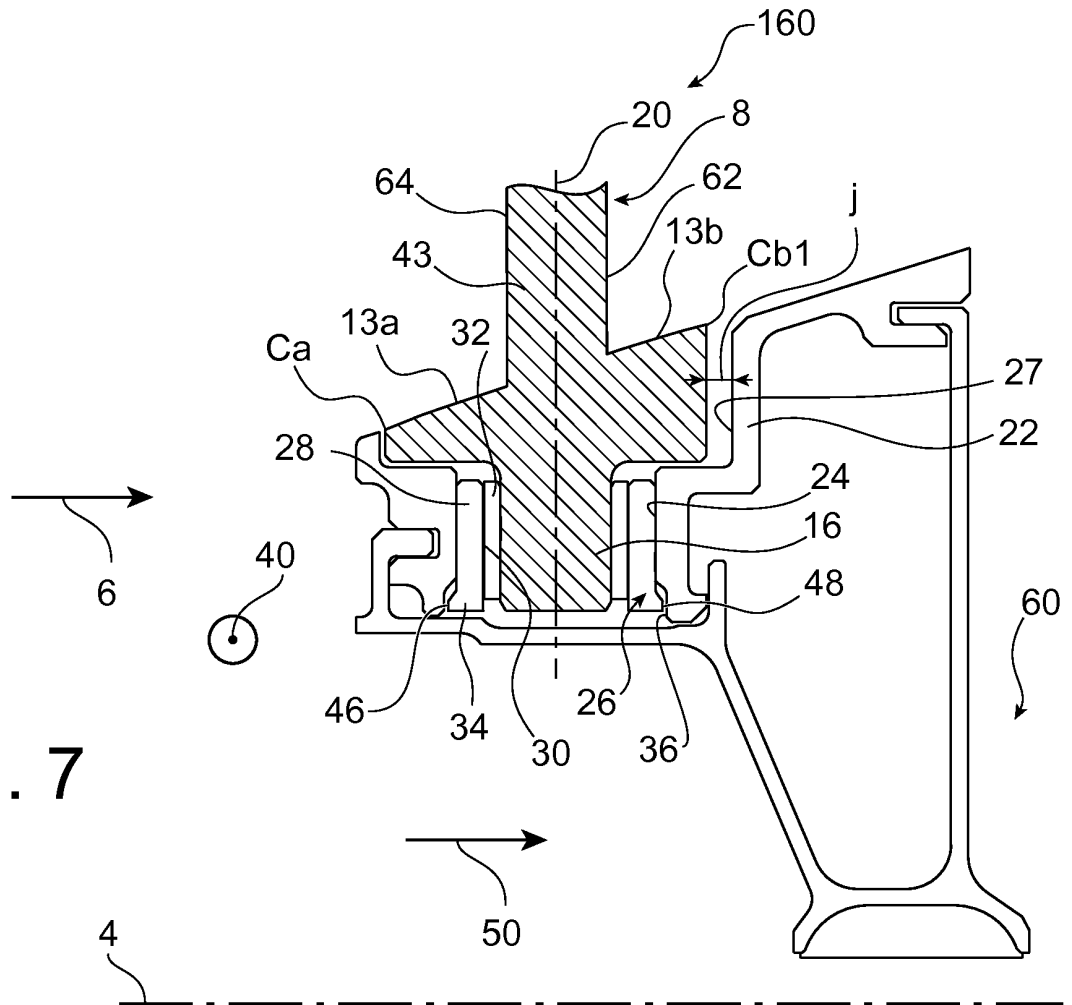


FIG. 7

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 0384706 A [0001]