



(11) **EP 2 344 719 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
22.01.2014 Bulletin 2014/04

(51) Int Cl.:
F01D 5/06 ^(2006.01) **F01D 25/24** ^(2006.01)
F16L 23/036 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09748374.7**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2009/001164

(22) Date de dépôt: **29.09.2009**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2010/052379 (14.05.2010 Gazette 2010/19)

(54) **BRIDE ANNULAIRE DE FIXATION D'UN ELEMENT DE ROTOR OU DE STATOR DANS UNE TURBOMACHINE**

RINGFÖRMIGER FLANSCH ZUM ANBINDEN VON ROTORISCHEN ODER STATORISCHEN
KOMPONENTEN IN EINER TURBOMASCHINE

ANNULAR FLANGE FOR FIXING ROTOR OR STATOR COMPONENTS IN A TURBOMACHINE

(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**

- **LANGEVIN, Thomas**
77500 Moissy Cramayel (FR)
- **LEGOFF, Stefan**
77550 Moissy Cramayel (FR)

(30) Priorité: **07.11.2008 FR 0806241**

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

(43) Date de publication de la demande:
20.07.2011 Bulletin 2011/29

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

(56) Documents cités:
EP-A- 1 380 759 EP-A- 1 445 422
EP-A- 1 584 784 EP-A- 1 717 415

(72) Inventeurs:
• **BELMONTE, Olivier**
77550 Moissy Cramayel (FR)

EP 2 344 719 B1

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

Description

[0001] L'invention se rapporte à des brides annulaires de fixation d'éléments de rotor ou de stator dans une turbine, ainsi qu'à une turbomachine comprenant une telle turbine.

[0002] Dans une turbomachine, les disques de rotor (de turbine par exemple) sont reliés entre eux par des brides annulaires à leur périphérie radialement interne, ces brides étant appliquées les unes sur les autres et fixées ensemble par boulonnage.

[0003] D'autres éléments, tels que des supports annulaires de joints à labyrinthe, peuvent aussi comporter à leur périphérie interne des brides annulaires, qui sont serrées entre deux brides annulaires de disques de rotor et fixées par les mêmes boulons que les disques de rotor.

[0004] Ces brides annulaires sont en général festonnées, c'est-à-dire comportent une alternance de parties pleines et de parties creuses pour réduire leur masse. Les trous de passage des boulons de fixation sont formés dans les parties pleines.

[0005] Pour assurer la fixation de plusieurs brides juxtaposées, il faut que les trous de passage formés dans les parties pleines des brides soient tous alignés pour éviter que les parties creuses d'une des brides soient décalées angulairement et se retrouvent alignées avec les trous de passage de boulons formés dans les parties pleines des autres brides, ce qui conduirait à serrer cette bride entre deux autres brides et sans la fixer aux autres brides.

[0006] Dans la demande FR 0802918 de la demanderesse, il est proposé qu'au moins un fond de partie creuse de la périphérie interne soit situé radialement à l'intérieur d'un cercle centré sur l'axe de la bride et tangent extérieurement aux orifices des parties pleines. Ainsi, lorsqu'une bride est décalée angulairement de telle manière que ses orifices ne sont pas alignés avec les orifices des autres brides, le fond d'au moins une partie creuse de cette bride est situé sur le passage d'au moins un boulon de fixation et empêche son insertion dans les orifices des autres brides, évitant ainsi tout risque de mauvais montage de cette bride.

[0007] On a constaté qu'une telle partie creuse de détrompage induit une modification du flux des contraintes tangentielles dans la bride, ce qui conduit à une augmentation des contraintes au niveau des parties pleines adjacentes à la partie creuse de détrompage. Ces contraintes sont maximales dans les zones des parties pleines adjacentes à la partie creuse de détrompage qui sont raccordées aux parties creuses suivantes. On observe également une augmentation des contraintes au niveau des orifices des parties pleines adjacentes à la partie creuse de détrompage.

[0008] Cette augmentation des contraintes locales peut conduire à la formation de criques ou fissures dans les zones de concentration de contraintes, ce qui limite la durée de vie de la bride festonnée.

[0009] Le document EP1717415A1, décrit un module

de turbine comprenant un disque et un composant annulaire fixé par boulonnage en amont du disque. Cet ensemble est fixé sur une bride amont qui comporte à sa périphérie interne des parties pleines comportant des orifices de passage de vis de fixation de la bride, du composant annulaire et du disque de turbine au disque de turbine et des parties creuses permettant le passage de têtes de vis de fixation du composant annulaire au disque de turbine.

[0010] Le document EP1445422, décrit une bride axiale d'équilibrage d'une paroi tronconique de liaison d'un arbre de turbine aux disques de la turbine. Le pourtour de cette bride comprend des orifices de passage de vis de fixation de masses d'équilibrage et des parties creuses disposées en alternance avec les parties pleines permettant de réduire les contraintes au niveau des zones de fixation des masses d'équilibrage et également de réduire la masse de la bride.

[0011] L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, économique et efficace à ce problème.

[0012] Elle propose à cet effet, une bride annulaire radiale d'un élément de rotor ou de stator d'une turbine pour turbomachine, comprenant sur une périphérie interne (ou externe, respectivement) une alternance de parties pleines et de parties creuses, les parties pleines comportant des orifices de passage de boulons de fixation, les fonds des parties creuses étant sensiblement plats et le fond d'au moins une partie creuse de détrompage de la périphérie interne (ou externe, respectivement) étant situé radialement à l'intérieur (ou à l'extérieur, respectivement) d'un cercle centré sur l'axe de la bride et tangent extérieurement (ou intérieurement, respectivement) aux orifices des parties pleines, caractérisée en ce que les deux parties creuses situées de part et d'autre de la partie creuse de détrompage ont un fond de forme incurvée concave situé radialement à l'extérieur (ou l'intérieur, respectivement) par rapport aux fonds des autres parties creuses.

[0013] La réalisation de fonds qui sont incurvés concaves et non plus plats de part et d'autre de la partie creuse de détrompage ainsi que le positionnement de ces fonds incurvés concaves radialement vers l'extérieur (ou l'intérieur, respectivement) par rapport aux fonds plats des autres parties creuses, permet de répartir les contraintes tangentielles sur la longueur de chaque fond incurvé concave.

[0014] L'invention évite ainsi une augmentation des contraintes tangentielles au bord des orifices des parties pleines adjacentes à la partie creuse de détrompage ainsi que dans les zones de raccordement de ces parties pleines adjacentes aux parties creuses incurvées concaves.

[0015] Les fonds incurvés concaves des deux parties creuses sont de préférence en arc de cercle, de rayon R2.

[0016] Selon une autre caractéristique de l'invention, les fonds incurvés concaves des deux parties creuses sont raccordés aux parties pleines adjacentes par des

arcs de cercle de rayon R1, le rayon R2 du fond incurvé concave desdites deux parties creuses étant supérieur au rayon R1 des raccords aux parties pleines adjacentes.

[0017] Avantageusement, le rayon R2 du fond incurvé concave desdites deux parties creuses est supérieur ou égal à trois fois le rayon R1 des raccords aux parties pleines adjacentes.

[0018] Le rayon R1 des raccords peut être compris entre 4 et 6 mm et les fonds incurvés concaves desdites deux parties creuses peuvent avoir un rayon de l'ordre de 18 mm.

[0019] L'invention concerne également une turbine basse-pression pour turbomachine, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une bride annulaire telle que décrite précédemment.

[0020] L'invention concerne encore une turbomachine, telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur, caractérisée en ce qu'elle comprend une turbine basse-pression du type décrit ci-dessus.

[0021] L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une demi-vue schématique partielle en coupe axiale d'une turbine basse-pression ;
- la figure 2 est une vue schématique partielle de face d'une bride annulaire radiale comprenant une partie creuse de détournement selon la technique antérieure, illustrant un positionnement angulaire correct ;
- la figure 3 est une vue schématique partielle de face d'une bride annulaire radiale selon l'invention ;
- la figure 3a est une vue agrandie du détail IIIa de la figure 3 ;
- la figure 4 est une vue schématique partielle de face d'un autre mode de réalisation d'une bride annulaire radiale selon l'invention.

[0022] On se réfère d'abord à la figure 1 qui représente un rotor de turbine basse-pression d'axe 10 comprenant une alternance d'aubes mobiles 12 et d'aubes fixes 14 logées dans un carter externe 16. Les extrémités radialement internes des aubes mobiles 12 sont fixées à la périphérie externe de disques 18, 20, 22, 24 de rotor. Chaque disque 18, 20, 22, 24 comprend à sa périphérie externe des parois tronconiques amont 26 et aval 28 de liaison aux autres disques au moyen de brides annulaires 30, 32 s'étendant radialement vers l'intérieur et fixées l'une à l'autre par des boulons 33. L'ensemble de disques est relié à un arbre de turbine 34 par l'intermédiaire d'un cône d'entraînement 36 comprenant une bride annulaire 38 serrée entre les brides annulaires 30, 32 des disques 20 et 22.

[0023] Afin d'éviter une circulation d'air parasite entre la périphérie interne d'une rangée d'aubes fixes 14 et les parois tronconiques aval 28 et amont 26 des disques,

une bride annulaire radiale 38 portant à sa périphérie externe un joint à labyrinthe 40 est intercalée entre les brides radiales 30, 32 des parois tronconiques aval 28 et amont 26 des disques, le joint à labyrinthe 40 coopérant avec une piste de matériau abrasable 42 montée sur la périphérie interne d'une rangée d'aubes fixes 14.

[0024] Les brides annulaires radiales 30, 32 des parois tronconiques amont 26 et aval 28 et la bride radiale 38 d'un joint à labyrinthe 40 sont festonnées pour réduire leur masse et comprennent une alternance de parties creuses et de parties pleines. La figure 2 représente l'assemblage d'une bride annulaire radiale 30 d'une paroi tronconique amont et d'une bride radiale 38 d'un joint à labyrinthe, les parties creuses 44, 46 et les parties pleines 48, 49, 50 de la bride 38 du joint à labyrinthe et de la bride annulaire radiale 30 étant alignées axialement, respectivement.

[0025] Les parties creuses 44, 46 de la bride radiale 38 ont un fond sensiblement plat 52, 54 et sont raccordées aux parties pleines 48, 49 par des zones incurvées 56, 57. Les parties pleines 48, 49 ont une forme arrondie et comportent des orifices 58 destinés à recevoir des boulons de fixation permettant de fixer ensemble les brides annulaires 30, 32 des parois tronconiques amont et aval et la bride annulaire 38 du joint à labyrinthe.

[0026] Le positionnement correct de la bride 38 du joint à labyrinthe entre les brides annulaires 30, 32 des parois tronconiques est assuré grâce au fait que le fond 54 d'au moins une partie creuse 46 de la bride 38 du joint à labyrinthe est situé radialement à l'intérieur d'un cercle 60 centré sur l'axe de la bride 38 et tangent extérieurement aux orifices 58 des parties pleines (figure 2).

[0027] Ainsi, lors du montage de la bride 38 du joint à labyrinthe entre les deux brides annulaires 30, 32 des parois tronconiques avec un décalage angulaire tel que ses parties creuses 44, 46 sont alignées axialement avec les parties pleines 50 des brides annulaires 30, 32 des parois tronconiques, le fond 54 de la partie creuse 46 est situé sur le passage d'un boulon, ce qui rend impossible l'insertion de boulons de fixation dans les orifices 58 des parties pleines des brides annulaires des parois tronconiques.

[0028] Toutefois, l'intégration d'une partie creuse de détournement 46 induit une modification du flux de contraintes tangentielles 62 dans la bride radiale 38 du joint à labyrinthe. En effet, du fait du décalage radialement vers l'intérieur du fond 54 d'au moins une partie creuse 46, le flux de contraintes tangentielles 62 est également décalé radialement vers l'intérieur au niveau de la partie creuse de détournement 46.

[0029] Cette modification du flux conduit à une augmentation des contraintes dans les parties pleines 49 adjacentes à la partie creuse de détournement 46. Les contraintes sont maximales dans les zones de raccordement 57 des parties pleines 49 avec les parties creuses 44 situées de part et d'autre de la partie creuse de détournement 46. On observe également une augmentation des contraintes tangentielles dans les parties 64 des

bords des orifices 58 des parties pleines adjacentes 49 qui sont situées circonférentiellement en regard des zones de raccordement 57 de contraintes maximales précitées.

[0030] Cette modification de flux de contraintes peut induire la formation de criques ou de fissures et donc avoir un effet néfaste sur la tenue mécanique en fonctionnement de cette bride.

[0031] Selon l'invention, ces inconvénients sont évités grâce au fait que les deux parties creuses 66 situées de part et d'autre de la partie creuse de détrompage 46 ont un fond 68 de forme incurvée concave qui est situé radialement à l'extérieur par rapport au fond 70 des autres parties creuses 72 (figure 3).

[0032] Les contraintes tangentiels sont ainsi réparties sur les longueurs des fonds incurvés concaves 68 des parties creuses 66 situées de part et d'autre de la partie creuse de détrompage 46, ce qui évite d'augmenter les contraintes dans les zones 57 raccordant les fonds incurvés concaves 68 aux parties pleines 49 adjacentes à la partie creuse de détrompage 46. Le niveau de contrainte est également diminué au bord des orifices 58 de ces parties pleines adjacentes 49.

[0033] Dans une variante de réalisation de l'invention représentée en figure 4, le festonnage est réalisé sur la périphérie externe de la bride annulaire. Dans ce cas, la partie creuse de détrompage 74 a un fond plat 73 qui est situé radialement à l'extérieur d'un cercle 75 centré sur l'axe de la bride et tangent intérieurement aux orifices 58 des parties pleines 48, 49. Les parties creuses 76 situées de part et d'autre de la partie creuse de détrompage 74 ont un fond 78 de forme incurvée concave situé radialement à l'intérieur par rapport aux fonds plats 80 des autres parties creuses 82.

[0034] Les fonds incurvés concaves 68, 78 de la périphérie interne ou externe sont des arcs de cercle de rayon R2 raccordés aux parties pleines adjacentes 48, 49 par des arcs de cercle 56, 57 de rayon R1 inférieurs au rayon R2 des fonds incurvés concaves

[0035] Le rayon R2 des fonds incurvés concaves 68, 78 est supérieur ou égal à trois fois le rayon R1 des arcs de cercle de raccordement 56, 57 aux parties pleines adjacentes 48, 49.

[0036] Le rayon R1 peut être compris entre 4 et 6 millimètres.

[0037] Dans une autre variante de l'invention, la bride annulaire 38 comprend au moins une partie creuse de détrompage 46, 74 sur sa périphérie interne ou externe et les autres parties creuses 72, 82 ont toutes un fond incurvé concave 68, 78 tel que décrit précédemment.

[0038] Dans une réalisation particulière de l'invention où le festonnage est réalisé sur la périphérie externe de la bride annulaire, la distance séparant les centres de deux orifices 58 diamétralement opposés est de 530 millimètres. Les fonds incurvés concaves 78 s'étendent sur une distance d'arc d'environ 15 millimètres et ont un rayon R2 de l'ordre de 18 mm.

[0039] La réalisation de fonds incurvés concaves 68,

78 tel que décrit précédemment peut être réalisée de façon simple sur des brides comprenant déjà une partie creuse de détrompage 46, 74 car il suffit d'usiner d'avantage les parties creuses 66, 76 situées de part et d'autre de la partie creuse de détrompage 46, 74.

Revendications

1. Bride annulaire radiale (38) d'un élément de rotor ou de stator d'une turbine pour turbomachine, comprenant sur une périphérie interne (ou externe, respectivement) une alternance de parties pleines (48, 49) et de parties creuses (46, 66, 72, 74, 76, 80), les parties pleines (48, 49) comportant des orifices (58) de passage de boulons de fixation, les fonds (54, 70, 73, 80) des parties creuses (46, 72, 74, 80) étant sensiblement plats et le fond (54, 73) d'au moins une partie creuse de détrompage (46, 74) de la périphérie interne (ou externe, respectivement) étant situé radialement à l'intérieur (ou à l'extérieur, respectivement) d'un cercle (60, 75) centré sur l'axe de la bride et tangent extérieurement (ou intérieurement, respectivement) aux orifices (58) des parties pleines (48, 49), **caractérisée en ce que** les deux parties creuses (66, 76) situées de part et d'autre de la partie creuse de détrompage (46, 74) ont un fond (68, 78) de forme incurvée concave situé radialement à l'extérieur (ou l'intérieur, respectivement) par rapport aux fonds (54, 70, 73, 80) des autres parties creuses (72, 82).
2. Bride selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les fonds incurvés concaves (68, 78) desdites deux parties creuses (66, 76) sont en arc de cercle de rayon R2.
3. Bride selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** les fonds incurvés concaves (68, 78) desdites deux parties creuses (66, 76) sont raccordés aux parties pleines adjacentes par des arcs de cercle de rayon R1.
4. Bride selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le rayon R2 du fond incurvé concave (68, 78) desdites deux parties creuses (66, 76) est supérieur au rayon R1 des raccordements (56, 57) aux parties pleines adjacentes.
5. Bride selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le rayon R2 du fond incurvé concave (68, 78) desdites deux parties creuses (66, 76) est supérieur ou égal à trois fois le rayon R1 des raccordements (56, 57) aux parties pleines adjacentes.
6. Bride selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisée en ce que** le rayon R1 des raccordements (56, 57) est compris entre 4 et 6 mm.

7. Bride selon l'une des revendications 2 à 6, **caractérisée en ce que** les fonds incurvés concaves (68, 78) desdites deux parties creuses (66, 76) ont un rayon de 18 mm.
8. Turbine basse-pression pour turbomachine, **caractérisée en ce qu'**elle comprend au moins une bride annulaire (38) selon l'une des revendications précédentes.
9. Turbomachine, telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur, **caractérisée en ce qu'**elle comprend une turbine basse-pression selon la revendication 8.

Patentansprüche

1. Ringförmiger, radialer Flansch (38) eines Rotor- bzw. Statorelements einer Turbine für Turbomaschinen bzw. Turbinentriebwerke, der an einem Innenumfang (bzw. Außenumfang) eine Wechselfolge von Massivteilen (48, 49) und Hohlteilen (46, 66, 72, 74, 76, 80) enthält, wobei die Massivteile (48, 49) Öffnungen (58) für den Durchtritt von Befestigungsbolzen aufweisen, wobei die Bodenbereiche (54, 70, 73, 80) der Hohlteile (46, 72, 74, 80) im Wesentlichen flach sind und der Boden (54, 73) zumindest eines verwechselungssicheren Hohlteils (46, 74) des Innenumfangs (bzw. Außenumfangs) radial innerhalb (bzw. außerhalb) eines Kreises (60, 75) liegt, der auf die Achse des Flansches zentriert ist und die Öffnungen (58) der Massivteile (48, 49) außen (bzw. innen) tangiert, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Hohlteile (66, 76), die beiderseits des verwechselungssicheren Hohlteils (46, 74) liegen, einen Boden (68, 78) mit konkav gekrümmter Form haben, der bezüglich der Bodenbereiche (54, 70, 73, 80) der weiteren Hohlteile (72, 82) radial außen (bzw. innen) liegt.
2. Flansch nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die konkav gekrümmten Bodenbereiche (68, 78) der beiden Hohlteile (66, 76) als Kreisbogen mit dem Radius R2 ausgeführt sind.
3. Flansch nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die konkav gekrümmten Bodenbereiche (68, 78) der beiden Hohlteile (66, 76) mit den angrenzenden Massivteilen über Kreisbögen mit dem Radius R1 verbunden sind.
4. Flansch nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Radius R2 des konkav gekrümmten Bodens (68, 78) der beiden Hohlteile (66, 76) größer als der Radius R1 der Verbindungen (56, 57) mit den angrenzenden Massivteilen ist.
5. Flansch nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,**

net, dass der Radius R2 des konkav gekrümmten Bodens (68, 78) der beiden Hohlteile (66, 76) größer oder gleich dem dreifachen Radius R1 der Verbindungen (56, 57) mit den angrenzenden Massivteilen ist.

6. Flansch nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Radius R1 der Verbindungen (56, 57) zwischen 4 und 6 mm beträgt.
7. Flansch nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die konkav gekrümmten Bodenbereiche (68, 78) der beiden Hohlteile (66, 76) einen Radius von 18 mm haben.
8. Niederdruckturbine für Turbomaschinen bzw. Turbinentriebwerke, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zumindest einen ringförmigen Flansch (38) nach einem der vorangehenden Ansprüche aufweist.
9. Turbomaschine bzw. Turbinentriebwerk, wie etwa Turbostrahltriebwerk oder Turbopropellertriebwerk, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie bzw. es eine Niederdruckturbine nach Anspruch 8 aufweist.

Claims

1. A radial annular flange (38) of a rotor or stator element of a turbomachine turbine, the flange including in an inner periphery (or respectively an outer periphery) alternating solid portions (48, 49) and hollow portions (46, 66, 72, 74, 76, 80), the solid portions (48, 49) including orifices (58) for passing fastener bolts, the bottoms (54, 70, 73, 80) of the hollow portions (46, 72, 74, 80) being substantially flat and the bottom (54, 73) of at least one keying hollow portion (46, 74) of the inner periphery (or outer periphery, respectively) being situated radially on the inside (or on the outside, respectively) of a circle (60, 75) centered on the axis of the flange and externally (or respectively internally) tangential to the orifices (58) in the solid portions (48, 49), the flange being **characterized in that** the two hollow portions (66, 76) situated on either side of the keying hollow portion (46, 74) present bottoms (68, 78) of concave curved shapes situated radially on the outside (or on the inside, respectively) relative to the bottoms (54, 70, 73, 80) of the other hollow portions (72, 82).
2. A flange according to claim 1, **characterized in that** the concave curved bottoms (68, 78) of said two hollow portions (66, 76) are in the form of circular arcs of radius R2.
3. A flange according to claim 2, **characterized in that** the concave curved bottoms (68, 78) of said two hollow portions (66, 76) are connected to the adjacent

solid portions by circular arcs of radius R1.

4. A flange according to claim 3, **characterized in that** the radius R2 of the concave curved bottoms (68, 78) of said two hollow portions (66, 76) is greater than the radius R1 of the connections (56, 57) to the adjacent solid portions. 5
5. A flange according to claim 4, **characterized in that** the radius R2 of the concave curved bottoms (68, 78) of said two hollow portions (66, 76) is greater than or equal to three times the radius R1 of the connections (56, 57) of the adjacent solid portions. 10
6. A flange according to any one of claims 3 to 5, **characterized in that** the radius R1 of the connections (56, 57) lies in the range 4 mm to 6 mm. 15
7. A flange according to any one of claims 2 to 6, **characterized in that** the concave curved bottoms (68, 78) of said two hollow portions (66, 76) have a radius of 18 mm. 20
8. A low pressure turbine for a turbomachine, the turbine being **characterized in that** it includes at least one annular flange (38) according to any preceding claim. 25
9. A turbomachine such as a turbojet or a turboprop, **characterized in that** it includes a low pressure turbine according to claim 8. 30

35

40

45

50

55

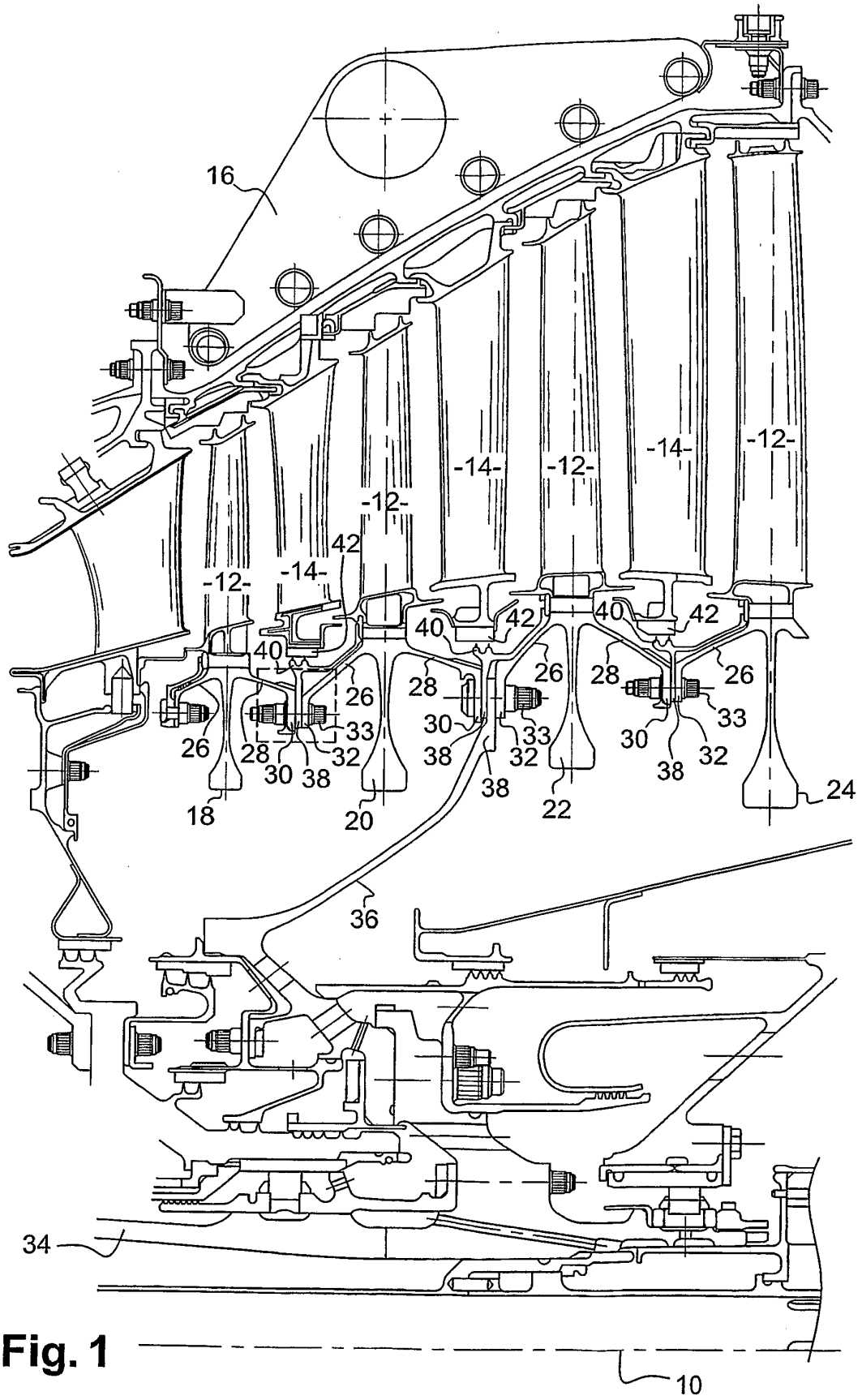


Fig. 2

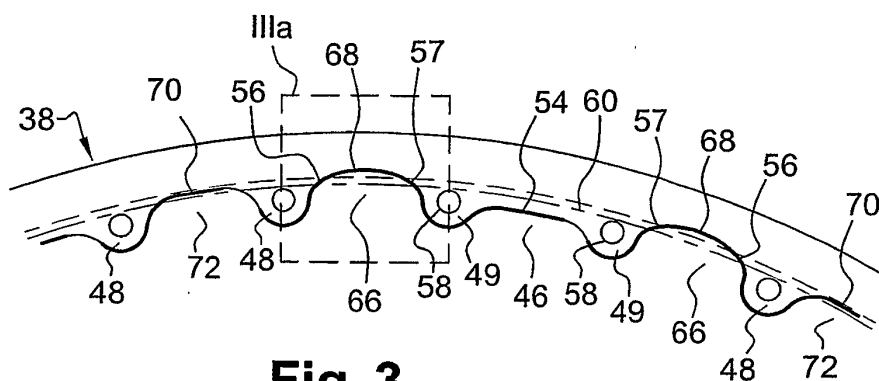
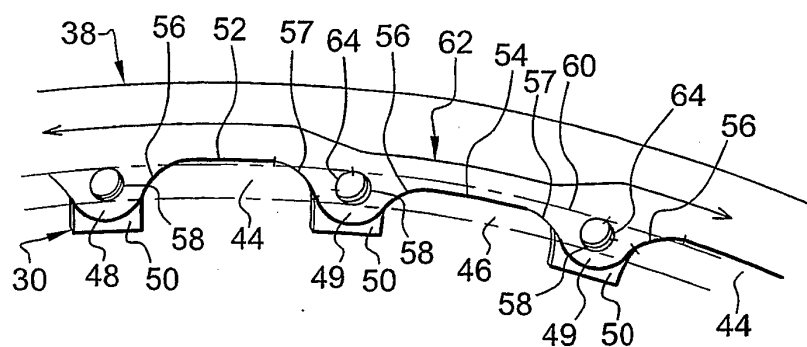


Fig. 3

Fig. 3a

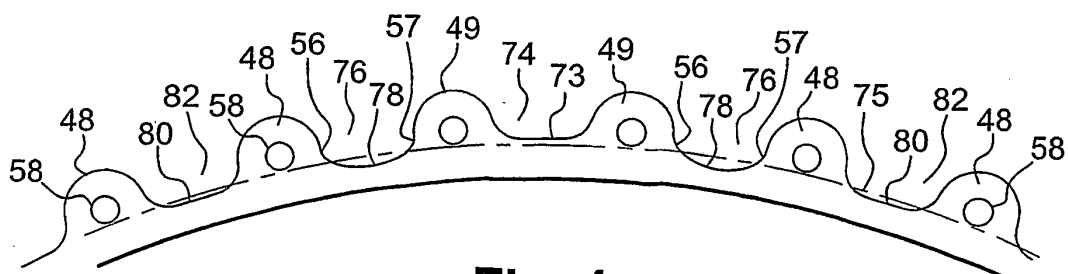
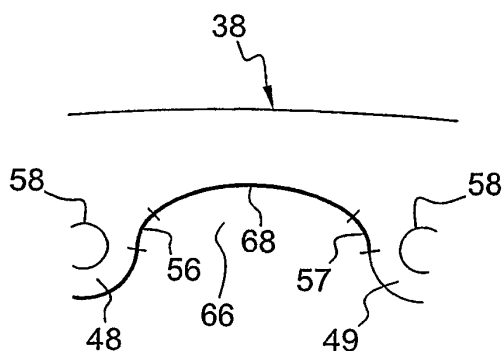


Fig. 4

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 0802918 [0006]
- EP 1717415 A1 [0009]
- EP 1445422 A [0010]