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

(11) **EP 1 507 960 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
**08.03.2017 Bulletin 2017/10**

(21) Numéro de dépôt: **03756014.1**

(22) Date de dépôt: **28.05.2003**

(51) Int Cl.:
***F01D 11/00*** *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
**PCT/FR2003/001611**

(87) Numéro de publication internationale:
**WO 2003/102380 (11.12.2003 Gazette 2003/50)**

(54) **Roue aubagée de turbomachine**

Beschaufelte Rotorscheibe einer Turbomaschine

Bladed rotor wheel of a turbomachine

(84) Etats contractants désignés:
**DE ES FR GB IT SE**

(30) Priorité: **30.05.2002 FR 0206599**

(43) Date de publication de la demande:
**23.02.2005 Bulletin 2005/08**

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

(72) Inventeurs:
- **GIOT, Chantal**
  **F-77380 Combs La Ville (FR)**
- **MARCHI, Marc**
  **F-77350 Le Mee sur Seine (FR)**
- **GOSSELIN, Christian**
  **F-77240 Vert Saint Denis (FR)**
- **BIL, Eric**
  **F-77590 Chartrettes (FR)**

(74) Mandataire: **Intès, Didier Gérard André et al**
**Cabinet Beau de Loménie**
**158 rue de l'Université**
**75340 Paris Cedex 07 (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 0 816 638**
**EP-A- 0 851 096**
**US-A- 2 999 631**
**US-A- 4 505 642**
**US-A- 5 228 835**
**US-A- 5 460 489**
**US-A- 5 577 887**

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 1 507 960 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

## Description

**[0001]** L'invention concerne la maîtrise des zones de fuite sous les plates-formes des aubes d'une roue aubagée dans une turbomachine.

**[0002]** Elle concerne plus précisément une roue aubagée de turbomachine comportant un disque présentant à sa périphérie une pluralité d'alvéoles sensiblement axiales, une pluralité d'aubes dont les pieds sont retenus dans lesdites alvéoles et qui présentent des plates-formes destinées à délimiter, du côté radialement intérieur, la veine de flux gazeux et des parois radiales amont et aval qui s'étendent à partir desdites plates-formes vers la périphérie dudit disque, des cavités inter-aubes délimitées par lesdites plates-formes et la périphérie dudit disque, et des dispositifs d'étanchéité des espaces inter-aubes réalisés sous forme de chemises ayant des bords évasés radialement vers l'intérieur et disposées dans lesdites cavités contre les parois des plates-formes de deux aubes voisines.

**[0003]** La figure 1 montre en perspective une chemise d'étanchéité 1 selon l'état de la technique qui présente un bord amont 2 et un bord aval 3 évasés radialement vers l'intérieur, ainsi que deux bords évasés longitudinaux incurvés qui épousent les flancs des aubes sous les plates-formes. Les bords amont 2 et aval 3 sont destinés à venir au voisinage immédiat des parois radiales adjacentes amont et aval des deux aubes voisines, afin de limiter les fuites par l'espace séparant les parois latérales voisines. La paroi supérieure 6 de chaque chemise vient appuyer contre les faces inférieures de deux plates-formes voisines sous l'action des forces centrifuges lorsque la roue est en rotation et assure l'étanchéité de l'interstice séparant les plates-formes voisines. Par construction, les bords évasés sont pratiquement indéformables sous l'action des forces centrifuges, et on ne peut garantir que les bords évasés amont 2 et aval 3 soient effectivement appliqués contre les parois radiales amont et aval des aubes. Ainsi que cela est montré sur la figure 2, ces bords peuvent se trouver écartés des parois radiales adjacentes, ce qui entraîne une fuite d'air f entre la cavité sous la plate-forme et la veine de flux gazeux dans ces zones, ce qui est préjudiciable au rendement de la roue. Les documents EP851096 ou US4505642 décrivent roues aubagées connues.

**[0004]** Le but de l'invention est de mieux maîtriser la zone de fuite sous une plate-forme d'aube notamment au niveau des interstices entre les parois radiales sous plates-formes.

**[0005]** L'invention atteint son but par le fait que chaque chemise présente sur l'un de ses bords évasés, amont ou aval, une zone élastique et les parois radiales adjacentes à ces bords sont raccordées aux plates-formes par des surfaces internes inclinées par rapport à un plan radial, et contre lesquelles ladite zone élastique est en appui, de telle manière que ladite zone élastique peut glisser radialement vers l'intérieur en cas d'arrêt de la rotation de ladite roue, et radialement vers l'extérieur sous l'action des forces centrifuges afin de solliciter ladite chemise à se déplacer axialement vers les parois radiales éloignées de ladite zone élastique pour améliorer l'étanchéité dans cette zone.

**[0006]** En cas d'arrêt de la roue aubagée, la zone élastique glisse radialement vers l'intérieur et la chemise se met hors contrainte et s'écarte des parois inférieures des deux plates-formes au moins dans les régions voisines de la zone élastique. Lorsque la roue aubagée est mise en rotation, les forces centrifuges vont appliquer la chemise contre les parois inférieures des plates-formes, et les forces élastiques vont repousser le bord évasé opposé vers les parois latérales opposées du bord élastique, afin d'améliorer l'étanchéité à cet endroit. Les zones élastiques étant toujours en appui sur les parois latérales adjacentes, l'étanchéité est garantie dans cette zone.

**[0007]** Avantageusement les parois radiales éloignées des zones élastiques comportent des butées pour limiter le déplacement axial des chemises sous l'action des forces centrifuges.

**[0008]** Les parois latérales adjacentes aux zones élastiques comportent également des butées pour limiter le glissement vers l'intérieur desdites zones élastiques.

**[0009]** Selon une caractéristique de l'invention les zones élastiques sont délimitées circonférentiellement par deux entailles ménagées dans le bord évasé correspondant des chemises. Cette disposition permet de mettre en oeuvre facilement l'invention sans coût supplémentaire.

**[0010]** L'invention s'applique notamment aux roues aubagées de turbine.

**[0011]** Dans ce cas particulier, la zone élastique est prévue sur le bord amont, et l'angle de la surface inclinée par rapport au plan radial est supérieur à la pente de la plate-forme par rapport à l'axe de rotation de la turbomachine.

**[0012]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description suivante, faite à titre d'exemple et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 est une vue de dessous et en perspective d'une chemise d'étanchéité selon l'art antérieur ;
la figure 2 est une vue latérale en coupe d'un bord de chemise et d'une paroi radiale d'aube selon l'art antérieur ;
la figure 3 est une vue de dessus et en perspective d'une chemise d'étanchéité selon l'invention ;
la figure 4 est une vue de dessous et en perspective de la chemise d'étanchéité de la figure 3 ;
la figure 5 est une coupe selon un plan contenant l'axe de la roue aubagée, qui montre la disposition de la chemise d'étanchéité selon l'invention dans la cavité sous plates-formes, après montage et en l'absence de forces centrifuges ; et
la figure 6 est semblable à la figure 5 et montre la position de la chemise d'étanchéité, lorsqu'elle est soumise à des forces centrifuges par suite de la ro-

tation de la roue aubagée.

Les figures 1 et 2 montrent l'état de la technique qui a été discuté supra dans le présent mémoire.

Les figures 3 et 4 montrent une chemise d'étanchéité 10 selon l'invention qui comporte des bords évasés radialement vers l'intérieur, à savoir un bord amont 12, un bord aval 13, et entre le bord amont 12 et le bord aval 13 deux bords longitudinaux évasés incurvés qui épousent la forme des flancs des deux aubes adjacentes.

**[0013]** Le bord amont 12 présente deux entailles 16 et 17 qui délimitent entre elles une zone élastique 18 qui, au repos, émerge sur l'avant par rapport au bord amont 2 de la chemise 1 selon l'état de la technique montré sur la figure 1. Autrement dit, au repos, la zone élastique 18 se trouve à l'extérieur de la surface imaginaire qui relierait de manière continue et douce les extrémités 12a et 12b du bord amont 12, situées au-delà des entailles 16 et 17, et raccordées respectivement aux bords longitudinaux 14 et 15 par des surfaces convexes.

**[0014]** Les figures 5 et 6 montrent une roue aubagée 30 qui comporte un disque 31 qui présente à sa périphérie une pluralité d'alvéoles 32 sensiblement axiales dans chacun desquelles loge le pied d'une aube 33. Chaque aube 33 présente au-dessus de son pied une plate-forme 34 qui délimite, radialement à l'intérieur, la veine de flux gazeux F traversant la grille d'aubes, cette plate-forme 34 étant raccordée à une paroi radiale amont 35 et à une paroi radiale aval 36 qui s'étendent vers la périphérie du disque 31. Des cavités 37 inter-aubes sont ainsi aménagées à la périphérie du disque 31 sous les plates-formes 34. Si on regarde la grille d'aubes axialement dans le sens du flux gazeux F, chaque aube 33 présente une portion de plate-forme à droite et une portion de plate-forme à gauche. Il en est de même des parois radiales 35 et 36. Chaque cavité sous plates-formes 37 est ainsi délimitée par des portions de plate-forme droite et gauche de deux aubes adjacentes, et par leurs portions de parois latérales amont et aval, droites et gauches. Par construction et pour les besoins de montage, un jeu ou interstice sépare les portions de droite et de gauche qu'il est nécessaire d'étancher par une chemise d'étanchéité.

**[0015]** Ainsi que cela est montré sur les figures 5 et 6, le raccordement 38 entre la paroi radiale amont 35 et la plate-forme 34 présente du côté de la cavité 37 une surface 39 qui fait un angle $\alpha$ avec le plan radial perpendiculaire à l'axe de rotation de la roue aubagée 30. La paroi radiale aval 36 est raccordée à la plate-forme 34 par une zone 40 qui présente du côté de la cavité 37 une surface courbe 41 complémentaire de l'évasement du bord amont 13 de la chemise 10. La paroi radiale aval 36 présente en outre sur sa face interne une excroissance 42 qui sert de butée au rebord aval de la chemise 10. La paroi radiale amont 35 présente également sur sa face située du côté de la cavité 37, une excroissance 43.

**[0016]** La chemise 10 est montée dans la cavité 37 de telle manière que le bord aval 13 soit positionné au-dessus de l'excroissance 42 et que la zone élastique 18 soit positionnée au-dessus de l'excroissance 43. Dans cette position, la zone élastique 18 de la chemise 10 est en appui sur la surface inclinée 39.

**[0017]** L'angle $\alpha$ de la surface inclinée 39 est calculé en fonction de la pente de la plate-forme 34 par rapport à l'axe de rotation de la roue et en fonction de l'angle de frottement $\varphi$ de la chemise 10 contre la surface interne de la plate-forme 34, pour que, en l'absence de force centrifuge, c'est-à-dire lorsque la roue aubagée 30 est à l'arrêt, la zone élastique 18 glisse radialement vers l'intérieur sur la surface inclinée 39.

**[0018]** Dans cette position, la paroi supérieure 19 de la chemise est écartée sur sa plus grande étendue de la face inférieure de la plate-forme 34, ainsi que cela est visible sur la figure 5, la chemise 10 basculant autour d'un axe coupant le plan de la figure 5 au point référencé 44 et situé au voisinage du bord évasé aval 13. L'excroissance 43 de la paroi radiale amont 35 permet de limiter le glissement de la zone élastique 18, et de retenir la chemise 10 dans la zone supérieure de la cavité 37.

**[0019]** La figure 6 montre la position de la chemise 10 lors de la rotation de la roue aubagée 30. Dans cette position, la chemise 10 est soumise à des forces centrifuges qui tendent à la plaquer contre la face interne de la plate-forme 34. La zone élastique 18 est sollicitée radialement vers l'extérieur et elle glisse contre la paroi inclinée 39.

**[0020]** L'angle $\alpha$ est avantageusement supérieur à la pente de la plate-forme 34. Lors du déplacement vers l'extérieur de la zone élastique 18, par basculement de la chemise 10 autour de l'axe de pivotement défini par le point référencé 44, la force élastique exercée par la zone élastique 18 augmente, et cette force tend à déplacer axialement la chemise 10 vers la paroi radiale aval 36 ce qui améliore l'étanchéité au niveau de la zone de raccordement 40. Le déplacement axial de la chemise 10 est limité par l'excroissance 42 qui sert de butée.

**[0021]** Lors de la mise à l'arrêt de la roue aubagée 30, la chemise 10 reprendra la position montrée sur la figure 5, dès que les forces centrifuges seront insuffisantes pour empêcher le glissement de la zone élastique 18 sur la paroi inclinée 39.

## Revendications

1. Roue aubagée de turbomachine comportant un disque (31) présentant à sa périphérie une pluralité d'alvéoles sensiblement axiales, une pluralité d'aubes (33) dont les pieds sont retenus dans lesdites alvéoles et qui présentent des plates-formes (34) destinées à délimiter, du côté radialement intérieur, la veine de flux gazeux (F) et des parois radiales amont (35) et aval (36) qui s'étendent à partir desdites plates-formes (34) vers la périphérie dudit disque, des cavités inter-aubes (37) délimitées par lesdites plates-formes et la périphérie dudit disque, et des dis-

positifs d'étanchéité des espaces inter-aubes réalisés sous forme de chemises (10) ayant des bords évasés (12, 13, 14, 15) radialement vers l'intérieur et disposées dans lesdites cavités (37) contre les parois des plates-formes de deux aubes voisines, **caractérisée par le fait que** chaque chemise (10) présente sur l'un de ses bords évasés (12), amont ou aval, une zone élastique (18) et les parois radiales (35) adjacentes à ce bord sont raccordées aux plates-formes (34) par des surfaces internes inclinées (39) par rapport à un plan radial, et contre lesquelles ladite zone élastique (18) est en appui, de telle manière que ladite zone élastique peut glisser radialement vers l'intérieur en cas d'arrêt de la rotation de ladite roue, et radialement vers l'extérieur sous l'action des forces centrifuges afin de solliciter ladite chemise (10) à se déplacer axialement vers les parois radiales éloignées (36) de ladite zone élastique (18) pour améliorer l'étanchéité dans cette zone, **caractérisée par le fait que** les zones élastiques (18) sont délimitées circonférentiellement par deux entailles (16, 17) ménagées dans le bord évasé (12) correspondant des chemises (10).

2. Roue selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** les parois radiales (36) éloignées des zones élastiques comportent des butées (42) pour limiter le déplacement axial des chemises (10) sous l'action des forces centrifuges.

3. Roue selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée par le fait que** les parois latérales (36) adjacentes aux zones élastiques (18) comportent des butées (42) pour limiter le glissement vers l'intérieur desdites zones élastiques.

4. Roue selon l'une quelconque des revendication 1 à 3, **caractérisée par le fait que** la zone élastique (18) est prévue sur le bord amont.

5. Roue selon la revendication 4, **caractérisée par le fait qu'**il s'agit d'une roue aubagée de turbine.

6. Roue selon la revendication 5, **caractérisée par le fait que** l'angle $\alpha$ de la surface inclinée (39) est supérieur à la pente de la plate-forme par rapport à l'axe de rotation de la turbomachine.

**Patentansprüche**

1. Beschaufeltes Rad einer Turbomaschine, umfassend eine Scheibe (31), die an ihrem Umfang eine Vielzahl von im Wesentlichen axialen Vertiefungen aufweist, eine Vielzahl von Schaufeln (33), deren Füße in den Vertiefungen gehalten sind und die Plattformen (34), welche dazu bestimmt sind, auf der radial inneren Seite den Gasstromkanal (F) zu begrenzen, sowie stromaufwärtige (35) und stromabwärtige (36) Radialwände, welche sich von den Plattformen (34) aus in Richtung des Umfangs der Scheibe erstrecken, aufweisen, Zwischenschaufelhohlräume (37), welche durch die Plattformen und den Umfang der Scheibe begrenzt sind, und Vorrichtungen zum Abdichten der Zwischenschaufelräume, welche in Form von Ummantelungen (10) ausgebildet sind, die radial nach innen erweiterte Ränder (12, 13, 14, 15) aufweisen und in den Hohlräumen (37) an den Wänden der Plattformen von zwei benachbarten Schaufeln angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Ummantelung (10) an einem ihrer erweiterten Ränder (12), stromaufwärtigen oder stromabwärtigen, einen elastischen Bereich (18) aufweist und die an diesen Rand angrenzenden Radialwände (35) an die Plattformen (34) durch Innenflächen (39) angeschlossen sind, die gegenüber einer Radialebene geneigt sind und an denen der elastische Bereich (18) in Anlage ist, derart, dass der elastische Bereich im Falle eines Stopps der Rotation des Rades radial nach innen und unter der Wirkung der Fliehkräfte radial nach außen gleiten kann, um die Ummantelung (10) so zu beaufschlagen, dass sie sich axial in Richtung der von dem elastischen Bereich (18) entfernten Radialwände (36) bewegt, um die Dichtigkeit in diesem Bereich zu verbessern,
**dadurch gekennzeichnet, dass** die elastischen Bereiche (18) umfangseitig durch zwei Einschnitte (16, 17), welche in dem entsprechenden erweiterten Rand (12) der Ummantelungen (10) ausgebildet sind, begrenzt sind.

2. Rad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radialwände (36), welche von den elastischen Bereichen entfernt sind, Anschläge (42) umfassen, um die Axialbewegung der Ummantelungen (10) unter der Wirkung der Fliehkräfte zu begrenzen.

3. Rad nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Seitenwände (36), welche an die elastischen Bereiche (18) angrenzen, Anschläge (42) umfassen, um das Einwärtsgleiten der elastischen Bereiche zu begrenzen.

4. Rad nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elastische Bereich (18) an dem stromaufwärtigen Rand vorgesehen ist.

5. Rad nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich um ein beschaufeltes Turbinenrad handelt.

6. Rad nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel $\alpha$ der geneigten Fläche (39) größer als die Neigung der Plattform gegenüber der Rotationsachse der Turbomaschine ist.

## Claims

1. A turbomachine blade-wheel comprising a disk (31) presenting a plurality of substantially axial slots on its periphery, a plurality of blades (33) having roots that are retained in said slots, and which present platforms (34) for defining, on the radially inner side, the stream of gas (F) and upstream and downstream radial walls (35, 36) which extend from said platforms (34) towards the periphery of said disk, inter-blade cavities (37) defined by said platforms and the periphery of said disk, and sealing devices for sealing the inter-blade spaces, the sealing devices being made in the form of liners (10) having edges (12, 13, 14, 15) that flare radially inwards and that are disposed in said cavities (37) against the walls of the platforms of two adjacent blades, **characterized by** the fact that each liner (10) presents an elastic zone (18) on one of its upstream and downstream flared edges(12), and the radial walls (35) adjacent to said edge are connected to the platforms (34) by inside surfaces that are inclined (39) relative to a radial plane, and against which edges said elastic zone (18) bears, in such a manner that said elastic zone can slide radially inwards in the event of said wheel ceasing to rotate, and radially outwards under the action of centrifugal forces in order to urge said liner (10) to move axially towards the radial walls (36) distant from said elastic zone (18) so as to improve sealing in said zone,
**characterized by** the fact that the elastic zones (18) are circumferentially defined by two notches (16, 17) that are cut in the corresponding flared edges (12) of the liners (10).

2. A wheel according to claim 1, **characterized by** the fact that the radial walls (36) that are spaced apart from the elastic zones include abutments (42) to limit the axial movement of the liners (10) under the action of centrifugal forces.

3. A wheel according to claim 1 or 2, **characterized by** the fact that the lateral walls (36) that are adjacent to the elastic zones (18) include abutments (42) to limit inward sliding of said elastic zones.

4. A wheel according to any one of claims 1 to 3, **characterized by** the fact that the elastic zone (18) is provided on the upstream edge.

5. A wheel according to claim 4, **characterized by** the fact that it is a turbine blade-wheel.

6. A wheel according to claim 5, **characterized by** the fact that the angle $\alpha$ of the inclined surface (39) is greater than the slope of the platform relative to the axis of rotation of the turbomachine.

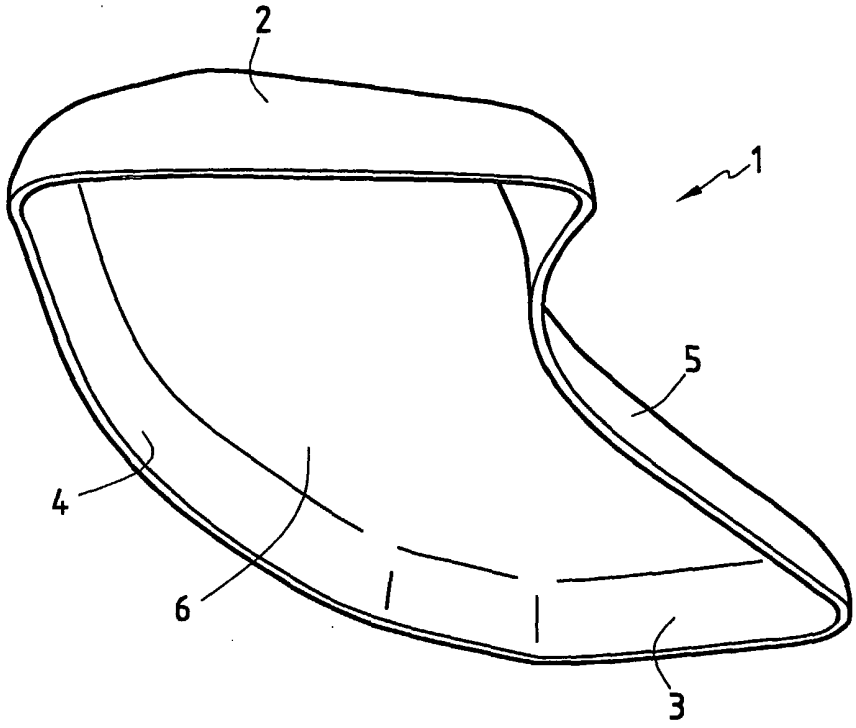



FIG.1
ART ANTERIEUR

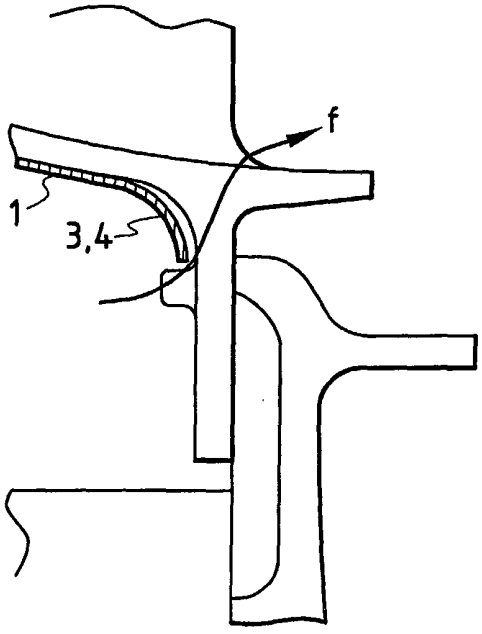



FIG.2
ART ANTERIEUR

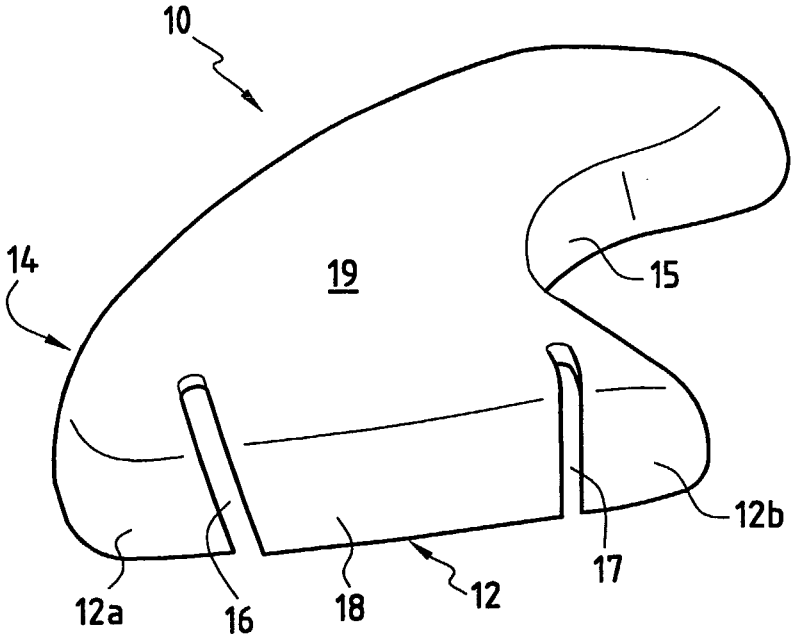



FIG.3

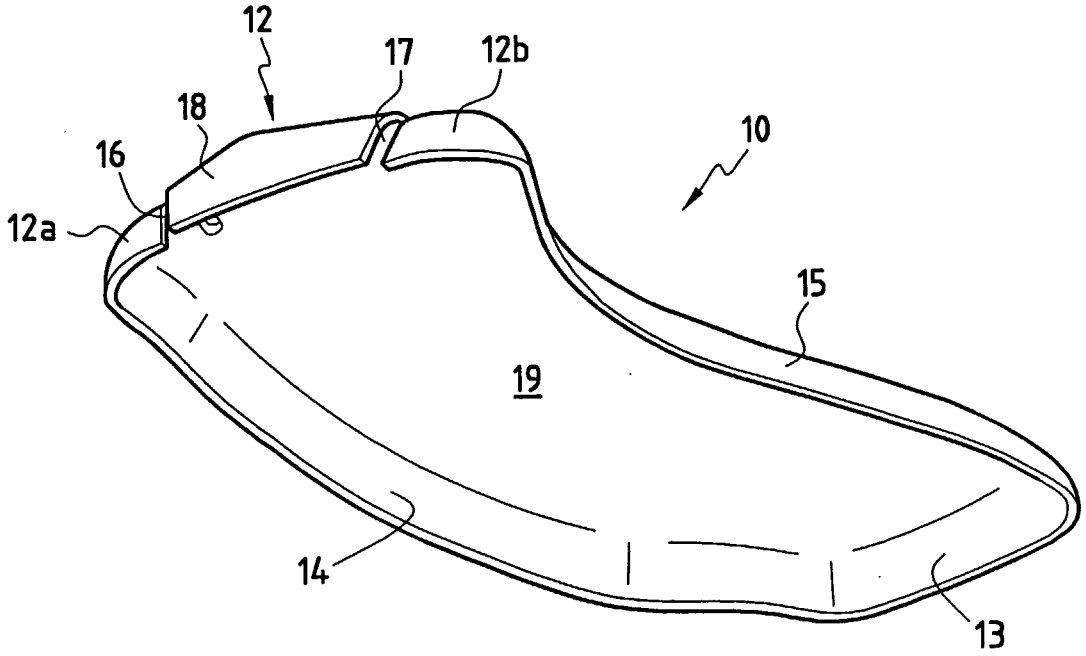



FIG.4

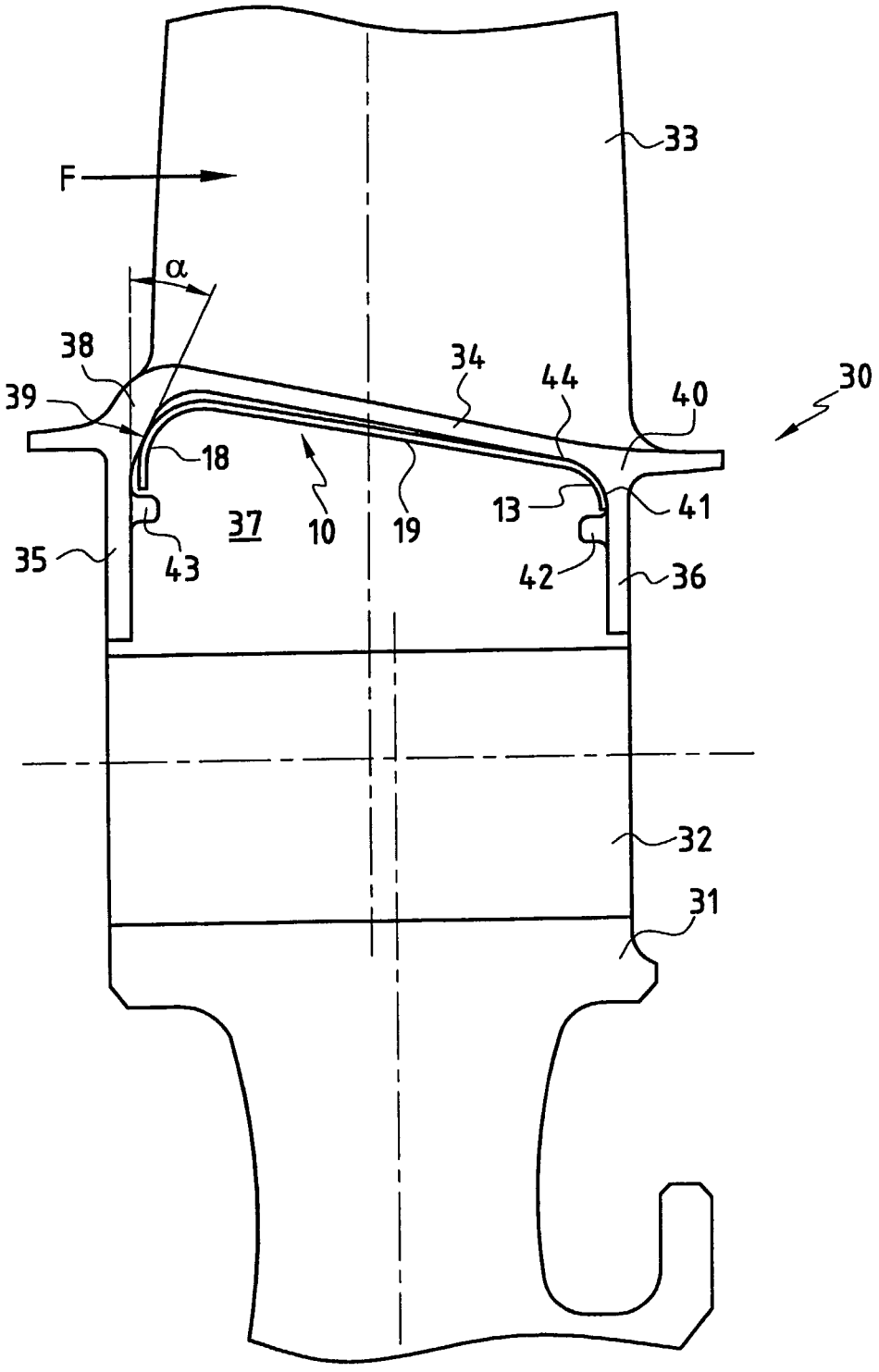



FIG.5

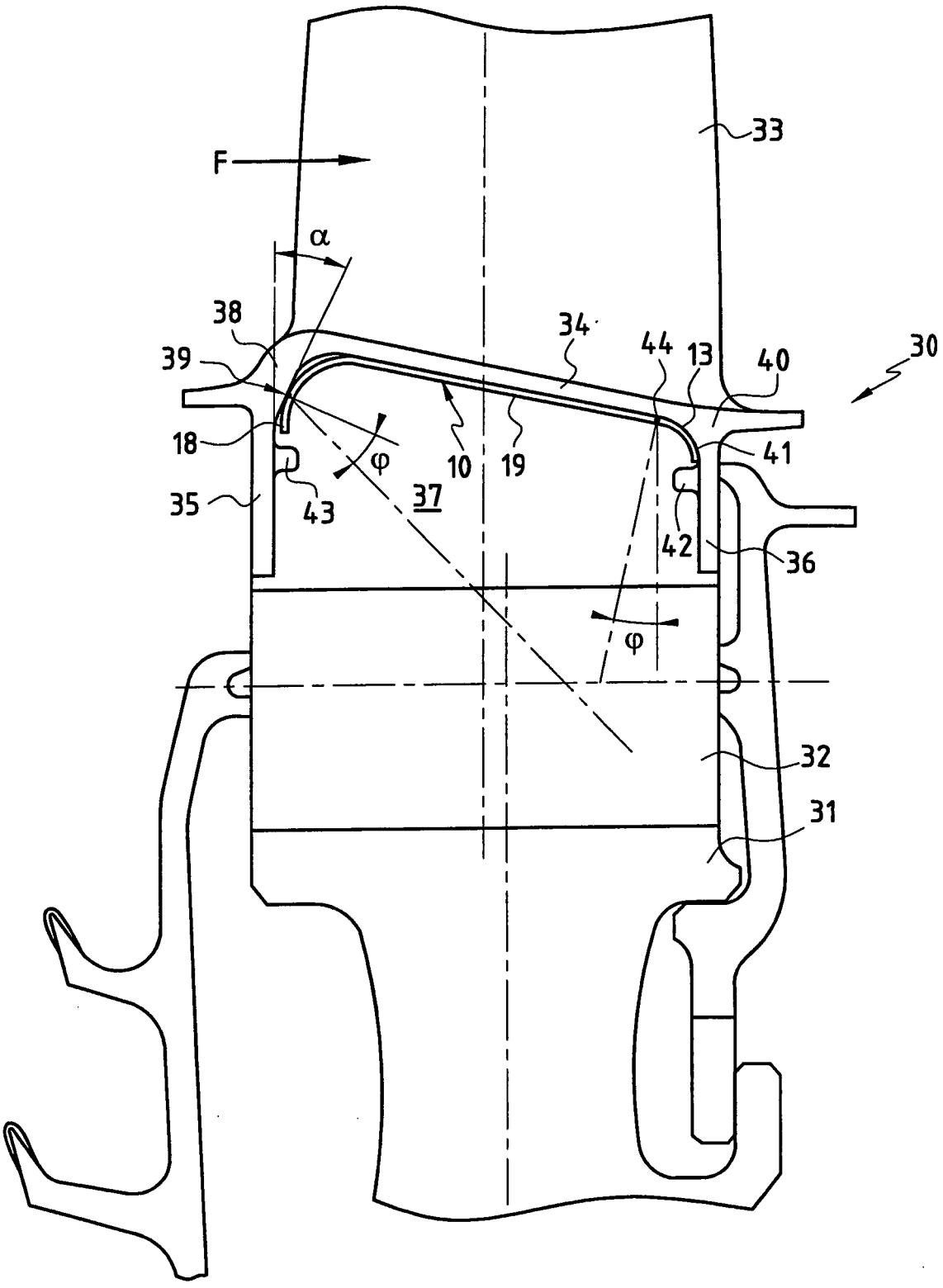



FIG.6

## 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 851096 A **[0003]**
- US 4505642 A **[0003]**