

(19)



(11)

EP 3 695 102 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
29.12.2021 Bulletin 2021/52

(51) Int Cl.:
F01D 11/02 ^(2006.01) **F01D 5/22** ^(2006.01)
F01D 11/12 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18821725.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/IB2018/001314

(22) Date de dépôt: **16.11.2018**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2019/097286 (23.05.2019 Gazette 2019/21)

(54) **JOINT À LABYRINTHE COMPRENANT UNE LÉCHETTE DOTÉE D'UN DÉFLECTEUR**

LABYRINTHSCHNEIDENDICHTUNG MIT EINEM DEFLEKTOR

LABYRINTH SEALING COMPRISING A KNIFE EDGE SEAL HAVING A DEFLECTOR

(84) Etats contractants désignés:
**AL 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 RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **15.11.2017 FR 1760758**

(43) Date de publication de la demande:
19.08.2020 Bulletin 2020/34

(73) Titulaire: **Safran Helicopter Engines
64510 Bordes (FR)**

(72) Inventeurs:
• **PELLATON, Bertrand, Guillaume, Robin**
77550 Moissy-Cramayel (FR)
• **BENASSIS, Lucas**
77550 Moissy-Cramayel (FR)

(74) Mandataire: **Brevalex**
95, rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A2- 2 116 692 WO-A1-2017/098944
FR-A1- 2 825 411 FR-A1- 2 963 403
US-B1- 6 478 304

EP 3 695 102 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 DE L'INVENTION**

[0001] Le sujet de l'invention présente est un joint à labyrinthe comprenant une léchette dotée d'un déflecteur.

ARRIÈRE-PLAN DE L'INVENTION

[0002] Les joints à labyrinthe sont bien connus et d'un emploi très courant dans l'aéronautique par exemple. Ils tolèrent un petit débit de fuite à travers eux. Ils servent normalement à séparer des enceintes contenant des gaz à des pressions différentes, se succédant le long d'un rotor et d'un stator en regard du rotor, ou plus généralement de deux structures en rotation relative. Les joints à labyrinthe dont il est question ici comprennent une embase fixée à l'une des structures et porteuse d'au moins une léchette, c'est-à-dire d'une crête circulaire se dressant à partir de l'embase et dont le sommet est dirigé vers l'autre des structures, qui peut porter une garniture d'étanchéité telle qu'un nid d'abeille, très proche du sommet de la léchette, ou une autre matière dite abradable que la léchette peut facilement éroder quand le jeu disparaît, en cas de dilatations thermiques différentielles par exemple entre le rotor et le stator, ou au cours d'accéléérations brutales générant des déplacements centrifuges importants. Le débit de fuite est diminué par l'étranglement du jeu entre le sommet de la léchette et la garniture de l'étanchéité en regard, ainsi que par la variation brusque de section offerte à l'écoulement de fuite, que produit la léchette. Cet effet de variation brusque est renforcé dans le cas usuel où plusieurs léchettes se succèdent le long de la direction d'écoulement.

[0003] Si un débit de fuite est toléré et inévitable avec les joints à labyrinthe, on s'efforce toujours de le diminuer, en recourant, entre autre, à des formes particulières des léchettes. A l'art antérieur du domaine technique appartiennent les documents FR 2 980 234 A et FR 2 825 411 A, qui illustrent l'utilisation très fréquente des joints à labyrinthe à l'extrémité libre d'aubes de turbomachines, et, pour le dernier d'entre eux, une construction particulière des léchettes en dents de scie se succédant dans la direction tangentielle, afin de faciliter l'entame de la garniture par les léchettes, en absorbant moins de puissance du rotor, quand le jeu entre elles et les léchettes disparaît.

[0004] Le document FR 2 825 411 A1 décrit une léchette composée de segments dont la hauteur (en direction radiale) est variable ; EP 2 116 692 A2, des léchettes pouvant être composées de segments incurvés en direction axiale du rotor ; US 6 478 304 B1, une léchette pourvue d'éléments de coupe saillant des faces latérales et de la face de sommet de la léchette ; et FR 2 963 403 A1, des léchettes pourvues de déflecteurs latéraux, mais sur un stator.

[0005] L'objet fondamental de l'invention présente est

de réduire encore les débits de fuite traversant les joints à labyrinthe, au moyen d'une innovation dans le dessin des léchettes.

5 RÉSUMÉ DE L'INVENTION

[0006] Un aspect général de l'invention est un joint à labyrinthe tel que défini dans la revendication 1.

[0007] Le déflecteur est une structure saillant sur un côté latéral de la léchette et possédant une face, dite déflectrice, dirigée en direction tangentielle du rotor de manière à intercepter une partie de l'écoulement ayant localement une direction avec une composante radiale prépondérante puisqu'il s'écoule le long de ce côté latéral de la léchette, pour le dévier en accroissant sa composante tangentielle, de manière à perturber l'écoulement de fuite dans la direction principalement axiale et perpendiculaire, et donc à réduire son débit. La concavité de la face déflectrice accroît la composante tangentielle particulièrement bénéfique.

[0008] Selon certaines formes préférées de l'invention :

- le déflecteur est répété sur la léchette à pas angulaires réguliers dans la direction tangentielle ;
- la léchette est mobile dans la direction tangentielle et la face déflectrice est dirigée dans un sens de mouvement de la léchette ;
- la face déflectrice étant depuis l'embase jusqu'à la face de sommet ;
- la face latérale portant le déflecteur est dirigée vers un amont d'un écoulement traversant le joint à labyrinthe dans une direction axiale perpendiculaire à la direction tangentielle ;
- la léchette est inclinée à partir de l'embase, vers un amont d'un écoulement traversant le joint à labyrinthe dans une direction axiale perpendiculaire à la direction tangentielle.

[0009] Ces différentes modifications et améliorations possibles permettent toutes de renforcer l'effet de la disposition générale.

BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0010] L'invention sera maintenant décrite en détail à l'aide des figures suivantes, qui représentent une réalisation particulière, annexées à titre purement illustratif :

- les figures 1 et 2 représentent un joint à labyrinthe usuel en coupe axiale et coupe transversale ;
- les figures 3 et 4, un joint modifié d'après l'invention, encore en coupe axiale et coupe transversale ;
- et la figure 5 illustre l'écoulement régnant dans le joint.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

[0011] Les figures 1 et 2 représentent un joint à labyrinthe classique, en coupe axiale et en coupe transversale. Un arbre de rotor 1 s'étendant dans une direction axiale X d'une turbomachine est entouré par un stator 2. Le joint à labyrinthe 3 comprend une garniture d'étanchéité 4, pouvant prendre l'aspect d'un nid d'abeille, fixée au stator 2, et des lèchettes 5 se dressant sur une embase 6 fixée au rotor 1. Les lèchettes 5 se dressent dans une direction radiale R de la machine et s'étendent dans une direction tangentielle T, ces trois directions étant perpendiculaires entre elles. Le stator 2 et la garniture d'étanchéité 4 sont annulaires, les lèchettes 5 sont circulaires autour de l'axe central de la machine. Les lèchettes 5 sont chacune délimitées par deux faces latérales 7 et 8 se raccordant à l'embase 6, et par une face de sommet 9, pouvant être une simple arête, se raccordant aux extrémités opposées des faces latérales 7 et 8. Le joint à labyrinthe 3 sépare deux enceintes de gaz 10 et 11 se succédant le long du rotor 1 et délimitées par lui et par le stator 2. Si une des enceintes 10 est à une pression plus importante que l'autre, il s'instaure un écoulement de fuite 12 à travers le joint à labyrinthe 3, à travers les jeux compris entre les faces de sommets 9 des lèchettes 5 et la garniture d'étanchéité 4. La face latérale 7 est dirigée vers l'amont de l'écoulement de fuite 12, et la face latérale 8 vers l'aval pour chacune des lèchettes 5.

[0012] Selon l'invention (figures 3, 4 et 5), les lèchettes 5 sont pourvues au moins à l'une de leurs faces latérales, notamment à la face latérale 7 dirigée vers l'amont de l'écoulement de fuite 12, de déflecteurs 13 pouvant consister en plaquettes et comprenant de toute façon une face déflectrice 14 sécante à la face latérale 7 sur laquelle les déflecteurs sont installés, et dirigée dans le sens de mouvement T^+ du rotor 1 dans la direction tangentielle T. Les déflecteurs 13 peuvent être installés à pas angulaires réguliers par la direction tangentielle T le long de la lèchette 5. Les faces déflectrices 14 sont inclinées par rapport à la direction tangentielle T, c'est-à-dire qu'elles s'étendent sur au moins une partie de la hauteur de la lèchette 5 entre l'embase 6 et la face de sommet 9 dans la direction radiale R, et avantageusement sur toute cette hauteur. Cette inclinaison est variable, plus faible près de l'embase 6 (c'est-à-dire que la face déflectrice 13 est presque horizontale sur la direction tangentielle T) et croissant ensuite sans cesse, en s'approchant de la face de sommet 9 (c'est-à-dire que l'angle avec la direction radiale R diminue sans cesse) : la face déflectrice 14 est concave.

[0013] L'effet du déflecteur 13 peut être expliqué comme suit. L'écoulement de fuite 12 prend une forme de tourbillon 15 devant la lèchette 5, surtout si la lèchette 5 est précédée par une autre de même nature, en délimitant une cavité 16 de formage du tourbillon 15. Les régions du tourbillon 15 qui sont proches de la lèchette 5 reçoivent d'elle une composante tangentielle importante

de vitesse qu'impose le mouvement du rotor 1. En arrivant devant la face déflectrice 14 d'un des déflecteurs 13, ils sont canalisés par celle-ci et leur direction est infléchiée en donnant une composante de vitesse radiale importante dirigée vers la garniture d'étanchéité 4. La fraction de l'écoulement de fuite 12 candidate à franchir la lèchette 5 subit donc une collision avec ce gaz dévié par les déflecteurs 13, et qui possède donc une composante radiale et une composante tangentielle importantes. La fraction d'écoulement est alors perturbée, ce qui réduit le débit de fuite à travers la lèchette 5. La composante tangentielle, favorisée par le changement d'inclinaison du déflecteur 13, est considérée comme plus utile pour produire cet effet.

[0014] La composante radiale imposée au gaz intercepté par les déflecteurs 13 est ici centrifuge, le rotor 1 étant central et entourée par le stator 2 (ou plus généralement par le corps porteur de la garniture d'étanchéité 4). Une disposition inverse serait possible, le rotor porteur des lèchettes entourant le stator, et les déflecteurs seraient alors porteurs des lèchettes placées pour imposer une composante radiale centripète au gaz.

[0015] Des déflecteurs 13' (figure 3) pourraient encore être placés sur la face latérale 8 des lèchettes dirigée vers l'aval de l'écoulement de fuite 12, en sus ou en remplacement des déflecteurs 13 décrits ici ; leur forme pourrait être identique.

[0016] Les lèchettes 5 pourraient être inclinées en direction axiale sans changement pour l'invention, ce qu'on a représenté à la figure 5 (où elles sont inclinées vers l'amont de l'écoulement de fuite 12 à partir de l'embase 6), ou droites (se dressant en direction purement radiale), ce qu'on a représenté à la figure 3 ; l'inclinaison des faces latérales 7 et 8 dans la direction axiale n'est pas non plus un paramètre critique.

[0017] Le nombre des déflecteurs 13 en direction angulaire peut être de quelques dizaines, ou supérieur à une centaine par exemple, avec un pas angulaire pouvant aller de 2° à 10° environ. Dans le cas, fréquent dans les turbomachines, où le joint d'étanchéité est situé aux sommets d'un étage d'aubes fixes ou mobiles, sur un anneau unissant ces sommets, le pas angulaire des déflecteurs 13 peut être identique à celui des aubes.

Revendications

1. Joint à labyrinthe d'une turbomachine, le joint comprenant une lèchette (5) se dressant sur une embase (6) d'un rotor (1) de la turbomachine, la lèchette étant circulaire en s'étendant le long d'une direction tangentielle (T), comprenant deux faces latérales (7, 8) se raccordant chacune à l'embase et, à une extrémité opposée à l'embase, à une face de sommet (9) de la lèchette (5), où l'une au moins des faces latérales porte au moins un déflecteur (13) comprenant une face déflectrice (14) sécante à ladite face latérale et présentant une inclinaison par rapport à la

direction tangentielle, **caractérisé en ce que** l'inclinaison de la face défléctrice par rapport à la direction tangentielle est croissante en s'approchant de la face de sommet (9), la face défléctrice étant ainsi concave.

2. Joint à labyrinthe selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le déflécteur est répété sur la léchette à pas angulaire régulier dans la direction tangentielle (T).
3. Joint à labyrinthe selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le pas angulaire est compris entre 2° et 10°.
4. Joint à labyrinthe selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la léchette est mobile dans la direction tangentielle et la face défléctrice (14) est dirigée dans un sens de mouvement (T⁺) de la léchette.
5. Joint à labyrinthe selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la face défléctrice (14) s'étend depuis l'embase (6) jusqu'à la face de sommet (9).
6. Joint à labyrinthe selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la face latérale portant le déflécteur est dirigée vers un amont d'un écoulement traversant le joint à labyrinthe dans une direction axiale (X) perpendiculaire à la direction tangentielle.
7. Joint à labyrinthe selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la léchette est inclinée, à partir de l'embase, vers un amont d'un écoulement (12) traversant le joint à labyrinthe dans une direction axiale perpendiculaire à la direction tangentielle.

Patentansprüche

1. Labyrinthdichtung eines Turbinentriebwerks, wobei die Dichtung eine Schneide (5) aufweist, die sich auf einem Sockel (6) eines Rotors (1) des Turbinentriebwerks erhebt, wobei sich die Schneide kreisförmig entlang einer tangentialen Richtung (T) erstreckt, zwei Seitenflächen (7, 8) aufweist, die sich jeweils mit dem Sockel und an einem dem Sockel gegenüberliegenden Ende mit einer Scheitelfläche (9) der Schneide (5) verbinden, wo mindestens eine der Seitenflächen mindestens einen Deflektor (13) mit einer Ablenkfläche (14) trägt, die die Seitenfläche schneidet und eine Neigung bezüglich der tangentialen Richtung aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Neigung der Ablenkfläche bezüglich der tangentialen Richtung

bei Annäherung an die Scheitelfläche (9) zunimmt, wobei die Ablenkfläche somit konkav ist.

2. Labyrinthdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Deflektor auf der Schneide in gleichmäßigem Winkelschritt in der tangentialen Richtung (T) wiederholt wird.
3. Labyrinthdichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkelschritt zwischen 2° und 10° liegt.
4. Labyrinthdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneide in der tangentialen Richtung beweglich ist und die Ablenkfläche (14) in eine Bewegungsrichtung (T⁺) der Schneide geleitet wird.
5. Labyrinthdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ablenkfläche (14) von dem Sockel (6) zur Scheitelfläche (9) verläuft.
6. Labyrinthdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den Deflektor tragende Seitenfläche zu einer stromaufwärtigen Seite einer Strömung geleitet wird, die die Labyrinthdichtung in einer axialen Richtung (X) senkrecht zur tangentialen Richtung durchquert.
7. Labyrinthdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneide ausgehend vom Sockel in Richtung einer stromaufwärtigen Seite einer Strömung (12) geneigt ist, die die Labyrinthdichtung in einer axialen Richtung senkrecht zur tangentialen Richtung durchquert.

Claims

1. Labyrinth seal of a turbomachine, the seal comprising a lip (5) projecting above a base (6) of a rotor (1) of the turbomachine, the lip being circular and extending along a tangential direction (T), comprising two lateral faces (7, 8) each connected to the base and, at an end opposite the base, at a tip face (9) of the lip (5), wherein at least one of the lateral faces supports at least one deflector (13) comprising a deflecting face (14) intersecting with said lateral face and with an inclination relative to the tangential direction, **characterised in that** the inclination of the deflecting face relative to the tangential direction increases with decreasing distance tip face (9), the deflecting face thus being concave.
2. Labyrinth seal according to claim 1, **characterised in that** the deflector is repeated on the lip at a regular angular pitch along the tangential direction (T).

3. Labyrinth seal according to claim 2, **characterised in that** the angular pitch is between 2° and 10°.
4. Labyrinth seal according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the lip is free to move along the tangential direction and the deflecting face (14) is directed along a movement direction (T+) of the lip. 5
5. Labyrinth seal according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the deflecting face (14) extends from the base (6) to the tip face (9). 10
6. Labyrinth seal according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the lateral face supporting the deflector is directed towards an upstream side of a flow passing through the labyrinth seal along an axial direction (X) perpendicular to the tangential direction. 15
7. Labyrinth seal according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the lip is inclined from the base, towards an upstream side of a flow (12) passing through the labyrinth seal along an axial direction perpendicular to the tangential direction. 20

25

30

35

40

45

50

55

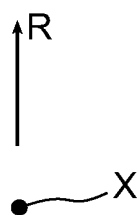
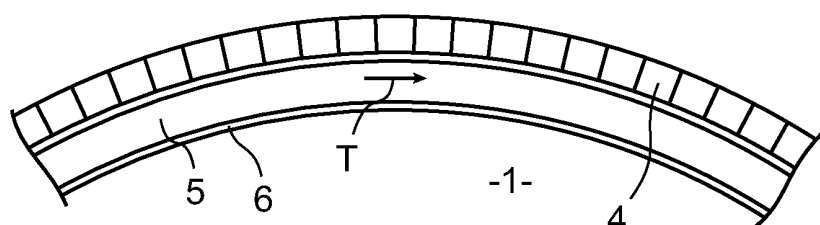
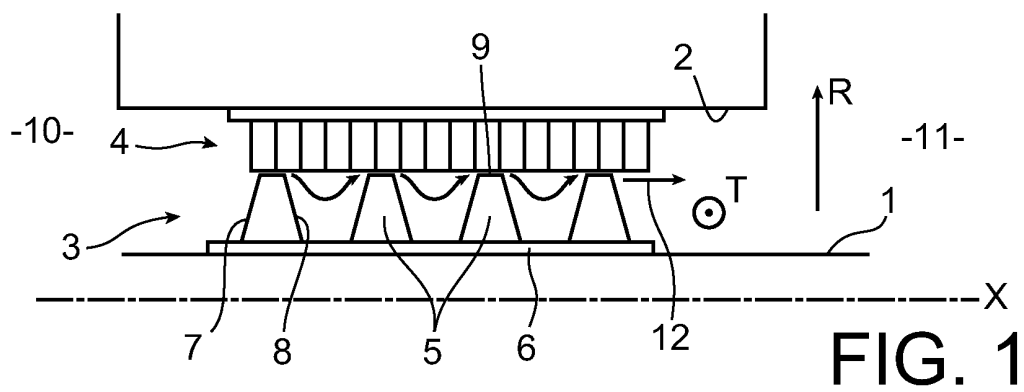
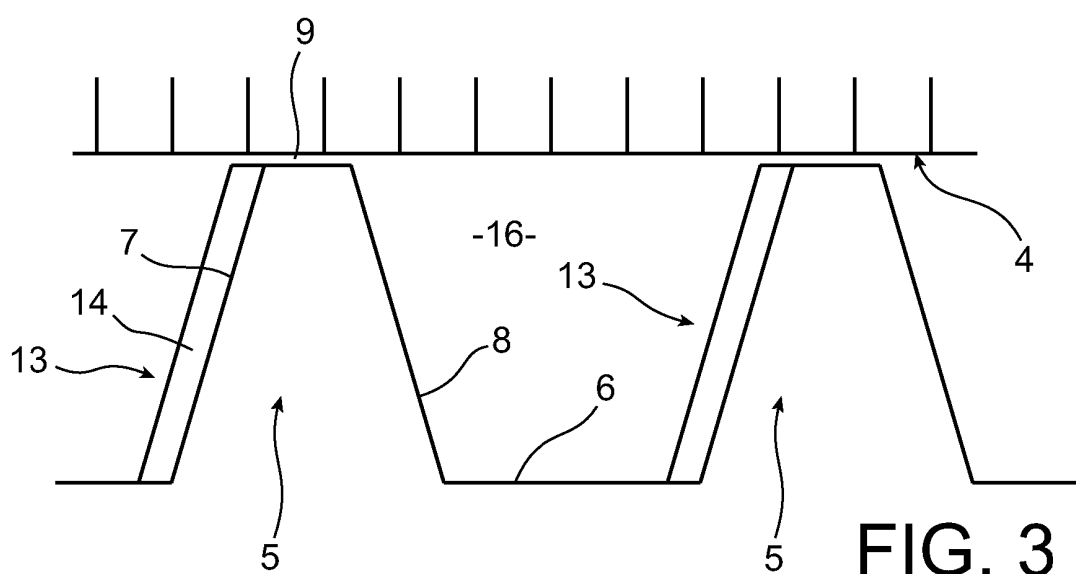


FIG. 2



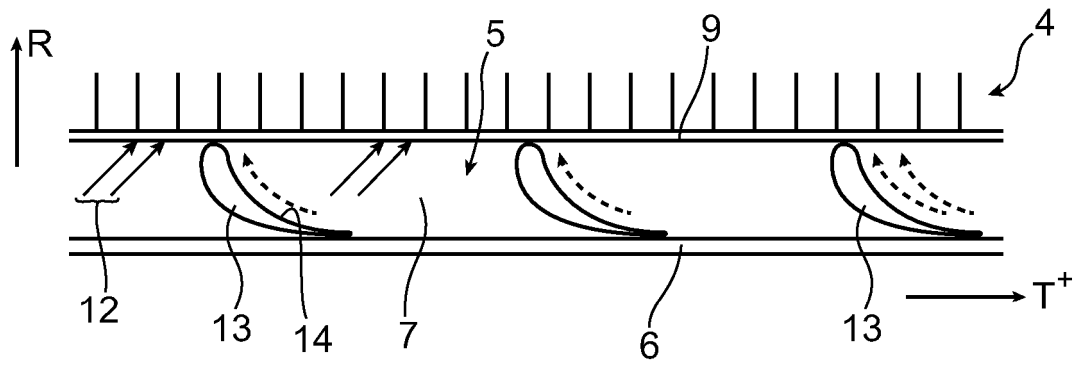


FIG. 4

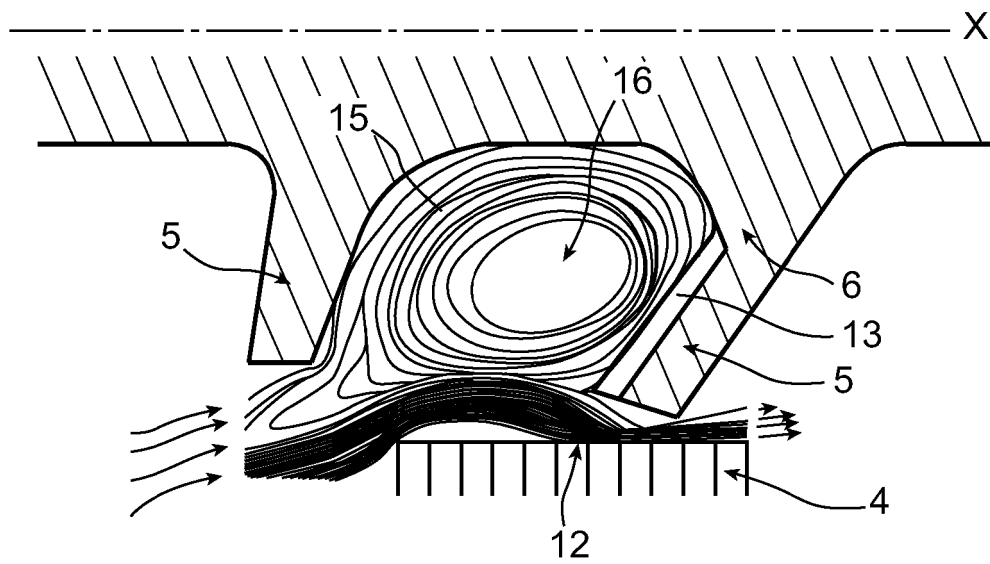


FIG. 5

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 2980234 A **[0003]**
- FR 2825411 A **[0003]**
- FR 2825411 A1 **[0004]**
- EP 2116692 A2 **[0004]**
- US 6478304 B1 **[0004]**
- FR 2963403 A1 **[0004]**