

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 18.03.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 22.09.23 Bulletin 23/38.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
Société par actions simplifiée (SAS) — FR.

72 Inventeur(s) : BRUSQ Tangi, Rumon et MOREAU
Vincent, Gérard, Michel.

73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société
par actions simplifiée (SAS).

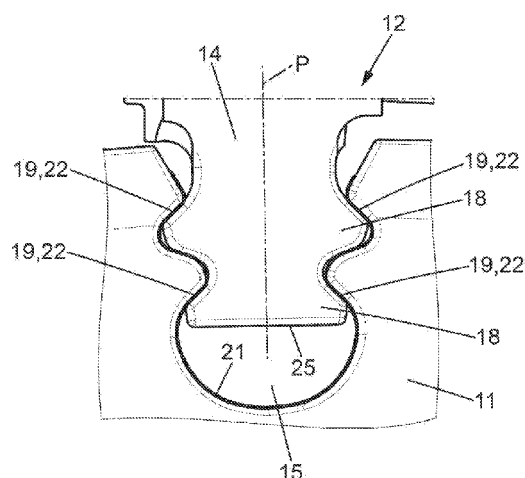
74 Mandataire(s) : Ernest GUTMANN - Yves PLASSE-
RAUD SAS.

54 Procédé de maintenance d'une roue aubagée de turbine haute pression d'une turbomachine.

57 L'invention concerne un procédé de maintenance
d'une roue aubagée de turbine haute pression d'une turbo-
machine, s'étendant selon un axe, comportant un disque
(11) comprenant des alvéoles (15), et des aubes (12)
s'étendant radialement et comportant chacune une pale et
un pied (14) radialement interne, le pied (14) de chaque
aube (12) étant monté dans un alvéole (15) du disque (11),
ledit pied (14) étant en appui sur le disque (11) par l'intermé-
diaire de surfaces du pied (14) et du disque (11) formant des
portées (19), caractérisé en ce qu'au moins un clinquant
(21) est monté de façon amovible entre le pied (14) d'au
moins une aube (12) et le disque (11), au niveau des por-
tées (19) correspondantes, ledit procédé comportant les
étapes suivantes :

mesurer un jeu radial entre le sommet d'au moins une
aube (12), c'est-à-dire l'extrémité radialement externe de
l'aube (12), et un carter de la turbomachine situé en regard
de la roue aubagée, si le jeu radial est supérieur à une valeur
déterminée, retirer ledit clinquant (21).

Figure à publier avec l'abrégié : Figure 3



Description

Titre de l'invention : Procédé de maintenance d'une roue aubagée de turbine haute pression d'une turbomachine

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention concerne un procédé de maintenance d'une roue aubagée de turbine haute pression d'une turbomachine, telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur d'aéronef.

Etat de la technique antérieure

[0002] La [Fig.1] représente une turbomachine 1 à double flux et à double corps. L'axe de la turbomachine est référencé X. Dans ce qui suit, les termes axial et radial sont définis par rapport à l'axe X.

[0003] La turbomachine 1 comporte, de l'amont vers l'aval dans le sens d'écoulement des gaz au sein de la turbomachine 1, une soufflante 2, un compresseur basse pression 3, un compresseur haute pression 4, une chambre de combustion 5, une turbine haute pression 6 et une turbine basse pression 7.

[0004] L'air issu de la soufflante 2 est divisé en un flux primaire A s'écoulant dans une veine primaire 8, et un flux secondaire B s'écoulant dans une veine secondaire 9.

[0005] Le compresseur basse pression 3, le compresseur haute pression 4, la chambre de combustion 5, la turbine haute pression 6 et la turbine basse pression 7 sont ménagées dans la veine primaire 8.

[0006] La turbine haute pression 6 et le compresseur haute pression 4 sont couplés en rotation par l'intermédiaire d'un premier arbre 10 de manière à former un corps haute pression.

[0007] La turbine basse pression 7, le compresseur basse pression 3 et la soufflante 2 sont couplés en rotation par l'intermédiaire d'un second arbre (non représenté) de manière à former un corps basse pression.

[0008] Comme cela apparaît à la [Fig.2], la turbine haute pression 6 comporte classiquement un disque 11 sur lequel sont montées des aubes 12. Chaque aube 12 comporte une pale 13 s'étendant radialement vers l'extérieur depuis un pied d'aube 14 monté dans un alvéole 15 du disque 11.

[0009] Le sommet 16 de l'aube 12 est formé par l'extrémité radialement externe de l'aube 12. Le pied 14 et la pale 13 sont ici séparé par une plate-forme radialement interne 17. Le pied 14 présente une forme générale de sapin, ici à quatre branches ou lobes 18. La forme de l'alvéole 15 est complémentaire à la forme du pied 14.

[0010] Chaque branche ou lobe 18 prend appui sur une surface opposée complémentaire du disque 11. Les surfaces du pied 14 et du disque 11 en appui les unes sur les autres sont

appelées portées 19. Dans la forme de réalisation illustrée à la [Fig.4], le pied 14 comporte quatre portées 19, agencées de façon symétrique par rapport à un plan radial médian P.

- [0011] Les aubes 12 sont entourées par un carter annulaire 20. Un jeu j est formé entre les sommets 16 des aubes 12 et le carter 20 entourant les aubes 12.
- [0012] Afin de maximiser le rendement de la turbomachine, il est nécessaire de limiter le débit de gaz s'écoulant dans les jeux situés entre les sommets des aubes et le carter.
- [0013] En fonctionnement, ce jeu tend à augmenter avec le temps en raison de deux phénomènes.
- [0014] Le premier phénomène est l'usure du sommet de l'aube générée par le frottement entre le sommet de l'aube et le carter qui lui fait face.
- [0015] Le second phénomène est l'érosion thermique, c'est-à-dire l'oxydation, du sommet de l'aube, due aux fortes températures auxquelles est soumise l'aube en fonctionnement, en particulier dans le cas d'une turbine haute pression.
- [0016] L'augmentation de ce jeu conduit à une dégradation des performances de la turbomachine et, par voie de conséquence, à une augmentation de la consommation et des températures de fonctionnement de la turbomachine, aggravant encore le phénomène d'oxydation.
- [0017] Actuellement, lorsqu'une aube est trop usée ou trop oxydée à son sommet, elle est remplacée et rebutée. Une telle opération de maintenance est donc très coûteuse et/ou entraîne des déposes non planifiées de la turbomachine en raison d'atteintes de limites de performances.

Présentation de l'invention

- [0018] L'invention vise à remédier de façon simple, fiable et peu onéreuse aux problèmes précités.
- [0019] A cet effet, l'invention propose un procédé de maintenance d'une roue aubagée de turbine haute pression d'une turbomachine, s'étendant selon un axe, comportant un disque comprenant des alvéoles, et des aubes s'étendant radialement et comportant chacune une pale et un pied radialement interne, le pied de chaque aube étant monté dans un alvéole du disque, ledit pied étant en appui sur le disque par l'intermédiaire de surfaces du pied et du disque formant des portées, caractérisé en ce qu'au moins un clinquant est monté de façon amovible entre le pied d'au moins une aube et le disque, au niveau des portées correspondantes, ledit procédé comportant les étapes suivantes :
 - [0020] - mesurer un jeu radial entre le sommet d'au moins une aube, c'est-à-dire l'extrémité radialement externe de l'aube, et un carter de la turbomachine situé en regard de la roue aubagée,
 - [0021] - si le jeu radial est supérieur à une valeur déterminée, retirer ledit clinquant.

- [0022] Le procédé suivant l'invention vise ainsi à déterminer l'état d'usure ou de déformation de la turbine haute pression par mesure du jeu radial entre le sommet de l'aube et le carter et, si le jeu radial précité est trop important, retirer le clinquant. Le retrait du clinquant permet alors de réduire le jeu radial entre le sommet de l'aube et le carter, de manière à retrouver des performances acceptables, à moindre coût, sans remplacement ou réparation des aubes ou du carter.
- [0023] Au moins un clinquant peut être monté entre le pied de chaque aube et le disque, au niveau des portées correspondantes, l'ensemble des clinquants étant retiré si le jeu radial est supérieur à ladite valeur déterminée.
- [0024] De cette manière, on évite de créer des disparités ou des marches formées par des différences de positionnement des sommets d'aubes sur la circonférence de la turbomachine. De telles marches peuvent générer des perturbations aérodynamiques affectant le bon fonctionnement de la turbomachine.
- [0025] Le clinquant peut être monté de façon amovible sur le pied d'aube.
- [0026] Le clinquant peut être monté de façon amovible sur le disque, par exemple dans l'alvéole ou sur une dent du disque délimitée entre deux alvéoles adjacents.
- [0027] Le clinquant peut comporter une surface de butée radiale, venant en appui sur une surface de butée complémentaire du pied de l'aube ou du disque.
- [0028] Une telle caractéristique permet de faciliter le bon positionnement axial du clinquant et permet également de retenir axialement le clinquant en position lors du fonctionnement de la turbomachine.
- [0029] Le clinquant peut présenter une épaisseur comprise entre 0,1 et 0,9 mm.
- [0030] Le clinquant peut être réalisé dans un alliage à base de cobalt.
- [0031] Le clinquant est par exemple réalisé dans un alliage connu sous la référence MP 159.
- [0032] Le pied de l'aube peut être un pied en forme générale de sapin.
- [0033] Chaque pied peut présenter une forme symétrique par rapport à un plan radial médian.
- [0034] Un unique clinquant peut être monté entre le pied d'aube et le disque. Cet unique clinquant peut s'intercaler entre plusieurs portées de l'aube et du disque.
- [0035] Plusieurs clinquants peuvent être montés de façon amovible entre le pied d'au moins une aube et le disque.
- [0036] Dans un tel cas, les clinquants peuvent être agencés de façon symétrique par rapport au plan radial médian précité.
- [0037] Il est également possible de disposer un empilement de plusieurs clinquants entre les portées du pied de l'aube et les portées du disque. Dans ce cas, un ou plusieurs clinquants peuvent être retirés à chaque opération de maintenance.
- [0038] Chaque pied peut présenter deux paires de portées, coopérant avec deux paires de portées de l'alvéole du disque. Le pied peut ainsi présenter une forme de sapin à quatre

branches ou quatre lobes, une telle forme étant fréquemment utilisée dans le cas d'une roue aubagée de turbine haute pression. L'alvéole présente bien entendu une forme complémentaire à celle du pied.

- [0039] Le clinquant peut être réalisé par emboutissage de tôle ou par frittage d'une poudre métallique.
- [0040] L'invention concerne également une roue aubagée de turbine haute pression comportant un disque comprenant des alvéoles, et des aubes comportant chacune une pale et un pied, le pied de chaque aube étant monté dans un alvéole du disque, ledit pied étant en appui sur le disque par l'intermédiaire de surfaces du pied et du disque formant des portées, caractérisé en ce qu'au moins un clinquant est monté de façon amovible entre le pied d'au moins une aube et le disque, au niveau des portées correspondantes.
- [0041] La roue aubagée est de préférence une roue aubagée de rotor.
- [0042] Le clinquant est formé par une tôle métallique mince.
- [0043] L'invention concerne également une turbomachine, caractérisée en ce qu'elle comporte une roue aubagée du type précité.
- [0044] La turbomachine peut être un turboréacteur ou un turbopropulseur d'aéronef. L'aéronef peut être un avion.

Brève description des figures

- [0045] [Fig.1] est une vue schématique en coupe d'une turbomachine de l'art antérieur ;
- [0046] [Fig.2] est une vue schématique d'une partie d'une turbine haute pression de l'art antérieur ;
- [0047] [Fig.3] est une vue illustrant le montage d'un pied d'aube dans un alvéole d'un disque d'une roue aubagée selon une forme de réalisation du présent document ;
- [0048] [Fig.4] est une vue en perspective d'un alvéole équipé d'un clinquant, selon la forme de réalisation de la [Fig.3];
- [0049] [Fig.5] est une vue en perspective d'un pied d'aube équipé de deux clinquants latéraux, selon une autre forme de réalisation ;
- [0050] [Fig.6] est une vue en perspective d'un pied d'aube équipé d'un unique clinquant, selon une autre forme de réalisation ;
- [0051] [Fig.7] est une vue correspondant à la [Fig.3], dans lequel le clinquant a été retiré suite à une opération de maintenance.

Description détaillée de l'invention

- [0052] Les figures 3 et 4 illustrent une roue aubagée de rotor de turbine haute pression 6 selon une forme de réalisation.
- [0053] Cette forme de réalisation diffère de celle illustrée à la [Fig.2] en ce qu'un clinquant 21 est monté de manière amovible dans chaque alvéole 15 et recouvre intégralement

ou quasi-intégralement la surface interne de chacun des alvéoles 15 de la roue aubagée. Le clinquant 21 présente ainsi une forme générale en U et comportant des évidements aptes à loger les lobes 18 du pied 14 de l'aube 12 correspondante. Le clinquant 21 comporte ainsi des surfaces 22 destinées à venir au contact des portées du pied 14 d'aube 12. Ces surfaces sont appelées portées 22 du clinquant 21.

- [0054] Le clinquant 21 est formé par une tôle d'épaisseur comprise entre 0,1 et 0,9 mm, et réalisé dans un alliage à base de cobalt.
- [0055] Le pied 14 de l'aube 12 vient en appui sur les portées 22 du clinquant 21 après montage dans l'alvéole 15.
- [0056] On notera que la position radiale du sommet 16 de l'aube 12 prend en compte l'épaisseur du clinquant 21 dans ses spécifications de façon à obtenir le jeu j souhaité.
- [0057] Il est également possible d'utiliser deux clinquants 21, situés de part et d'autre du plan médian P et agencés de façon symétrique, lesdits clinquants 21 recouvrant les portées 19 de l'alvéole 15. Chaque clinquant 21 ne recouvre qu'une moitié, ou moins, de l'alvéole 15.
- [0058] Les figures 4 et 5 illustrent deux formes de réalisation dans lesquels les clinquants 21 sont montés de façon amovible, non pas dans les alvéoles 15, mais sur les pieds 14 des aubes 12.
- [0059] L'ensemble formé par le pied d'aube 14 et le ou les clinquants 21 est ensuite monté dans l'alvéole 15 correspondante du disque 11.
- [0060] La [Fig.5] illustre en particulier une forme de réalisation dans laquelle deux clinquants 21 latéraux sont montés de part et d'autre du pied 14, de façon symétrique par rapport au plan radial médian P. Chaque clinquant 21 présente une forme complémentaire au flan latéral du pied 14, chaque clinquant 21 recouvre ainsi les deux portées latérales 19 concernée du pied 14 de l'aube 12.
- [0061] La [Fig.6] illustre une forme de réalisation dans laquelle un unique clinquant 21 recouvre les deux flancs latéraux du pied 14 d'aube 12, c'est-à-dire recouvre l'ensemble des portées 19 du pied 14.
- [0062] Le clinquant 21 présente une forme complémentaire à celle du pied 14 et comprend une paroi radiale 23 apte à former une butée axiale venant appui contre une surface radiale d'extrémité 24 du pied 14, qui peut être une surface amont ou une surface aval du pied 14.
- [0063] A noter que le clinquant 21 ne recouvre pas la surface d'extrémité radialement interne 25 du pied 14. En effet, des canaux de circulation d'air de refroidissement de l'aube 12 débouchent au niveau de cette surface d'extrémité 25 et il est nécessaire de ne pas obturer lesdits canaux. En variante, le clinquant 21 peut recouvrir ladite surface d'extrémité radialement interne 25 du pied 14 mais comporte alors des orifices ou des lumières en regard des débouchés desdits canaux, de façon à autoriser le passage d'air

de refroidissement.

- [0064] Comme indiqué précédemment, le présent document propose un procédé de maintenance d'une telle roue aubagée de turbine haute pression 6, ledit procédé comportant une étape lors de laquelle le jeu radial j entre le sommet 16 de l'aube 12 et le carter 20 est mesuré et, si ce jeu radial j est supérieur à une valeur déterminée, le ou les clinquants 21 sont retirés, comme illustré à la [Fig.7]. Ceci a pour effet de rapprocher le sommet d'aube 16 du carter 20, et donc de réduire le jeu j de la valeur de l'épaisseur du clinquant 21.
- [0065] Il est ainsi possible de réduire le jeu j de façon simple, rapide et peu onéreuse, de manière à améliorer les performances de la turbomachine et compenser les phénomènes d'usure ou de corrosion précités.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de maintenance d'une roue aubagée de turbine haute pression (6) d'une turbomachine, s'étendant selon un axe, comportant un disque (11) comprenant des alvéoles (15), et des aubes (12) s'étendant radialement et comportant chacune une pale (13) et un pied (14) radialement interne, le pied (14) de chaque aube (12) étant monté dans une alvéole (15) du disque (11), ledit pied (14) étant en appui sur le disque (11) par l'intermédiaire de surfaces du pied (14) et du disque (11) formant des portées (19), caractérisé en ce qu'au moins un clinquant (21) est monté de façon amovible entre le pied (14) d'au moins une aube (12) et le disque (11), au niveau des portées (19) correspondantes, ledit procédé comportant les étapes suivantes :
- mesurer un jeu radial (j) entre le sommet (16) d'au moins une aube (12), c'est-à-dire l'extrémité radialement externe de l'aube (12), et un carter (20) de la turbomachine situé en regard de la roue aubagée,
 - si le jeu radial (j) est supérieur à une valeur déterminée, retirer ledit clinquant (21).
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication précédente, dans lequel au moins un clinquant (21) est monté entre le pied (14) de chaque aube (12) et le disque (11), au niveau des portées (19) correspondantes, l'ensemble des clinquants (21) étant retiré si le jeu radial (j) est supérieur à ladite valeur déterminée.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le clinquant (21) est monté de façon amovible sur le pied d'aube (14).
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel le clinquant (21) est monté de façon amovible sur le disque (11), par exemple dans l'alvéole (15) ou sur une dent du disque (11) délimitée entre deux alvéoles (15) adjacents.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le clinquant (21) comporte une surface de butée radiale (23), venant en appui sur une surface de butée complémentaire (24) du pied (14) de l'aube (12) ou du disque (11).
- [Revendication 6] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le clinquant (21) présente une épaisseur comprise entre 0,1 et 0,9 mm.

- [Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le clinquant (21) est réalisé dans un alliage à base de cobalt.
- [Revendication 8] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel plusieurs clinquants sont montés de façon amovible entre le pied (14) d'au moins une aube (12) et le disque (11).
- [Revendication 9] Roue aubagée de turbine haute pression (6) comportant un disque (11) comprenant des alvéoles (15), et des aubes (12) comportant chacune une pale (13) et un pied (14), le pied (14) de chaque aube (12) étant monté dans un alvéole (15) du disque (11), ledit pied (14) étant en appui sur le disque (11) par l'intermédiaire de surfaces du pied (14) et du disque (11) formant des portées (19), caractérisé en ce qu'au moins un clinquant (21) est monté de façon amovible entre le pied (14) d'au moins une aube (12) et le disque (11), au niveau des portées (19) correspondantes.
- [Revendication 10] Turbomachine, caractérisée en ce qu'elle comporte une roue aubagée selon la revendication précédente.

[Fig. 1]

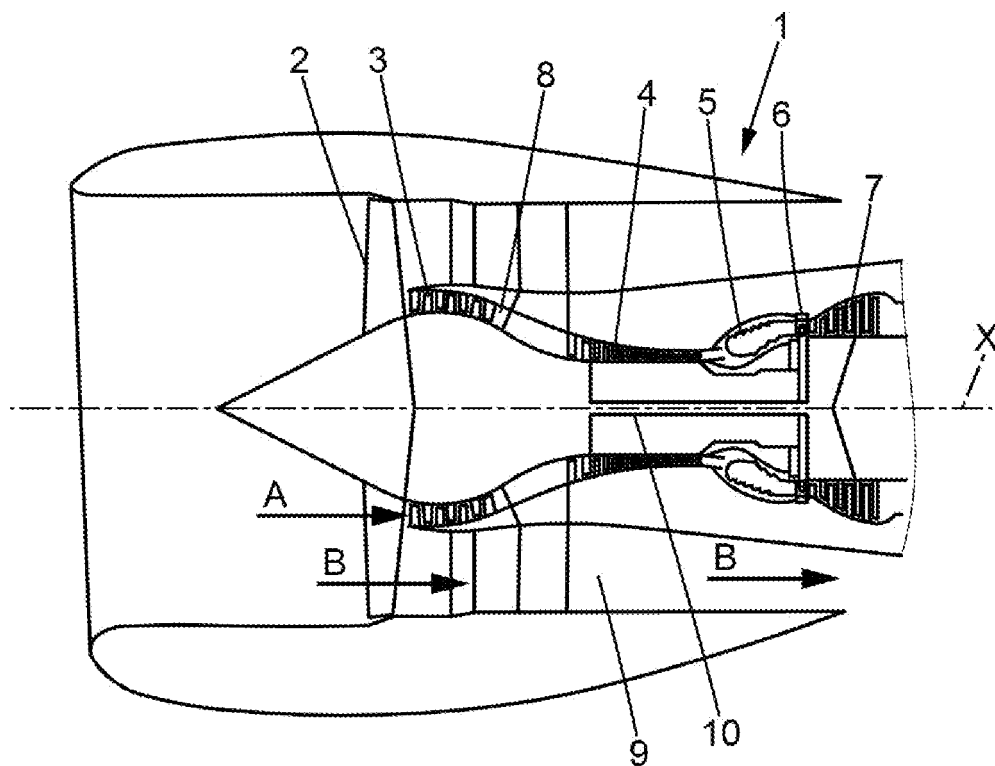


FIG. 1

[Fig. 2]

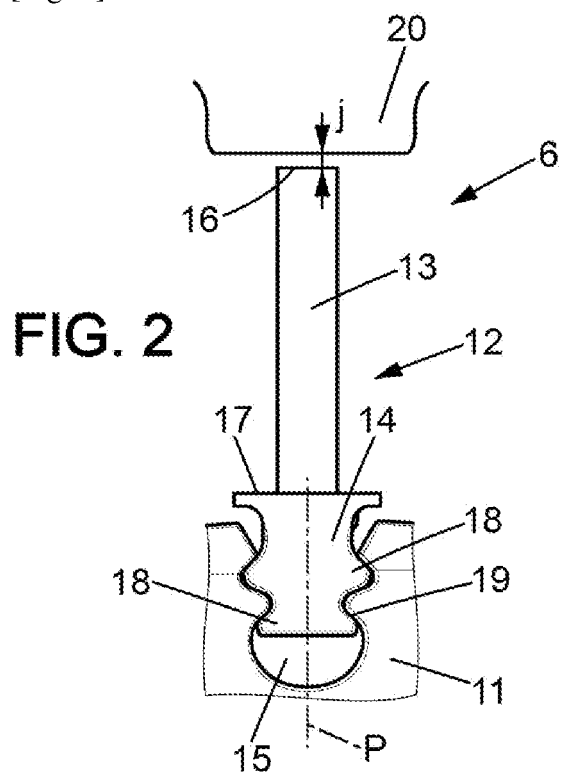
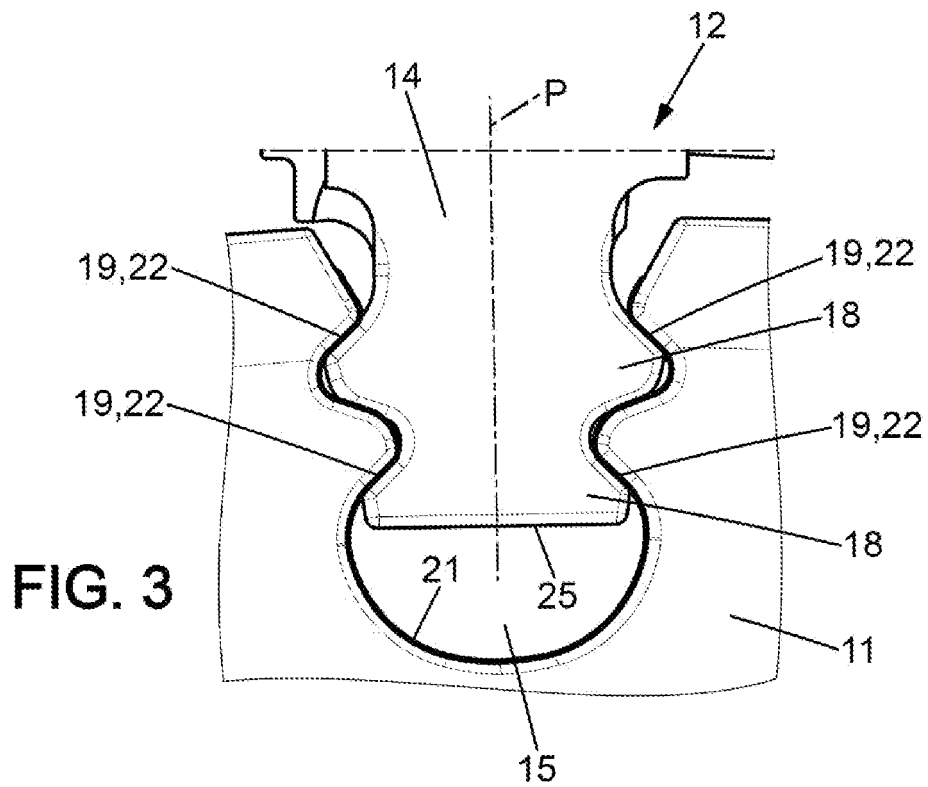
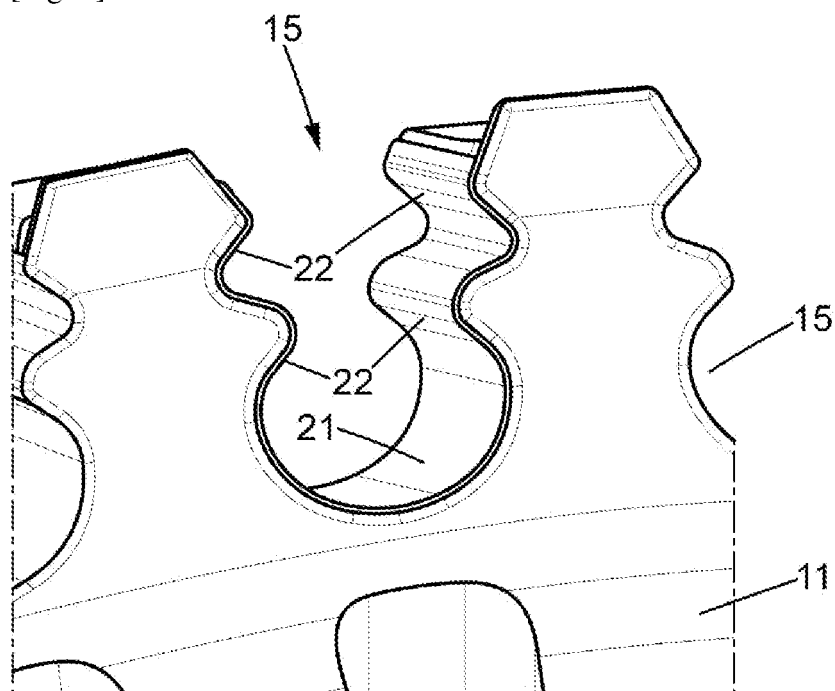


FIG. 2

[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]

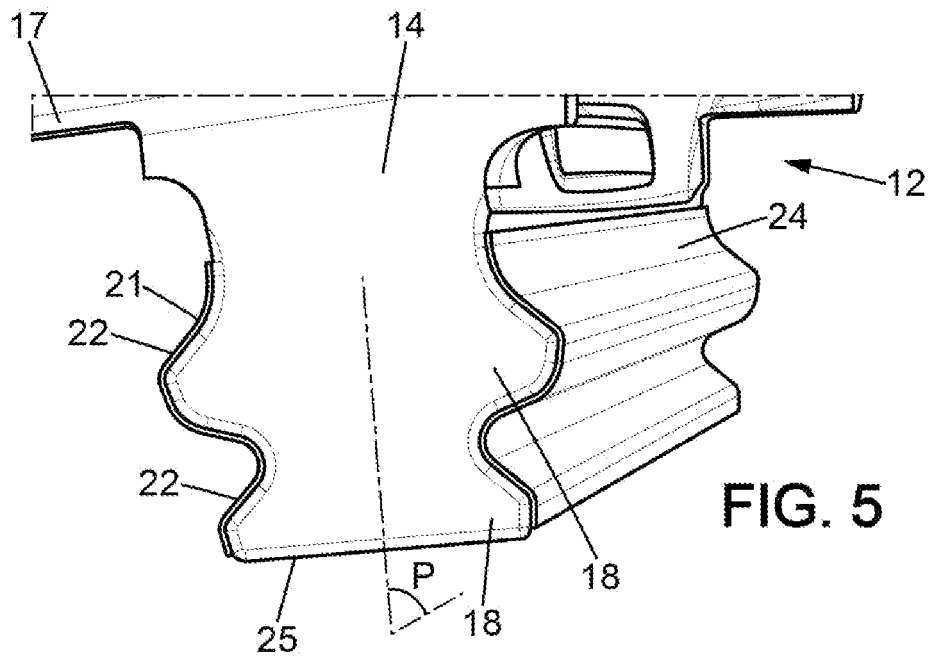


FIG. 5

[Fig. 6]

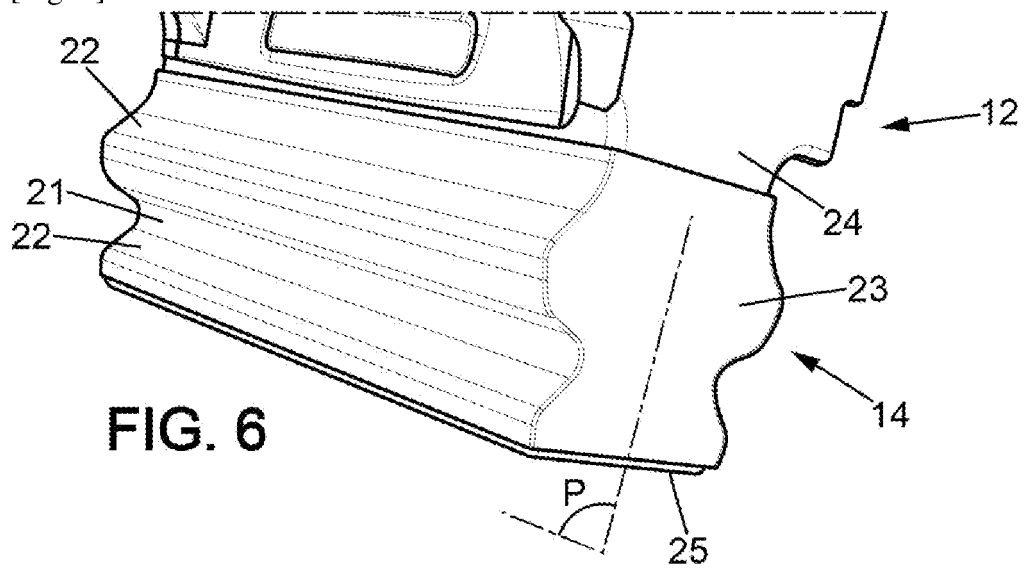
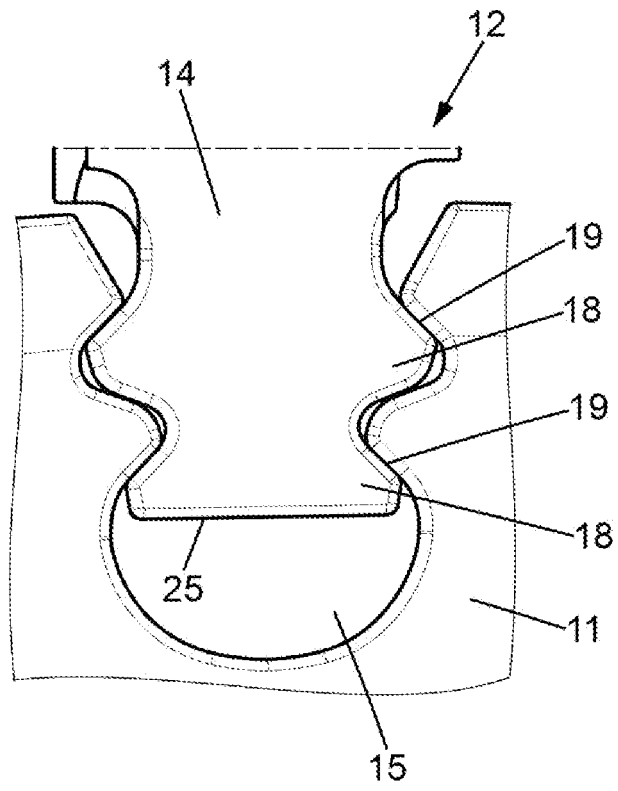


FIG. 6

[Fig. 7]

FIG. 7

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 905885
FR 2202428

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2009/016890 A1 (DOUGUET CHARLES JEAN-PIERRE [FR] ET AL) 15 janvier 2009 (2009-01-15)	9,10	F01D11/20 F01D5/30
A	* alinéas [0013], [0030]; figure 2 * -----	1-8	
A	JP H02 196105 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 2 août 1990 (1990-08-02)	1-10	
A	* abrégé; figure 3 * -----		
A	JP H07 247804 A (GEN ELECTRIC) 26 septembre 1995 (1995-09-26)	1-10	
	* alinéas [0019] - [0021]; figure 4 * -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 novembre 2022		Pileri, Pierluigi	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2202428 FA 905885**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **11-11-2022**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 2009016890	A1	15-01-2009	CA	2636924 A1		13-01-2009
			CN	101344013 A		14-01-2009
			EP	2014874 A1		14-01-2009
			FR	2918703 A1		16-01-2009
			JP	2009019630 A		29-01-2009
			US	2009016890 A1		15-01-2009

JP H02196105	A	02-08-1990	JP	2718131 B2		25-02-1998
			JP	H02196105 A		02-08-1990

JP H07247804	A	26-09-1995	AUCUN			
