

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :

3 147 321

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national :

23 02934

51 Int Cl⁸ : F 01 D 25/28 (2023.01), F 01 D 5/02

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 28.03.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.10.24 Bulletin 24/40.

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 — FR.

72 Inventeur(s) : KANAGARATNAM Suman, DELA-
PORTE Nicolas Daniel, EL MOUSSAOUI Kamal et
GOYON, Vincent.

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

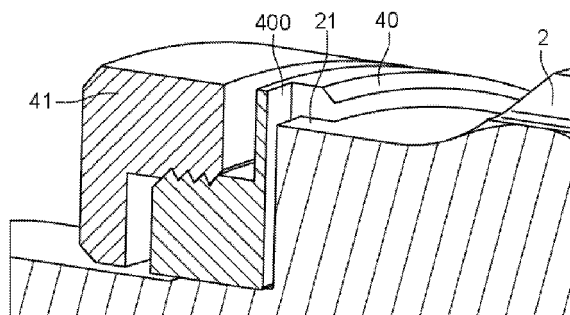
74 Mandataire(s) : Cabinet CAMUS LEBKIRI.

54 DISPOSITIF DE CALAGE AXIAL D'UN ROTOR SUR UN STATOR D'UNE TURBINE.

57 DISPOSITIF DE CALAGE AXIAL D'UN ROTOR SUR
UN STATOR D'UNE TURBINE

Un aspect de l'invention concerne un dispositif de calage axial d'un rotor sur un stator (3) d'une turbine (1) d'axe X, le stator (3) comprenant n modules (30, 31, 32) superposées axialement, le rotor comprenant un arbre (2), une cale (4) étant disposée entre l'arbre (2) et les n modules (30, 31, 32) superposées, caractérisé en ce que la cale (4) est constituée de deux parties, une première partie (40) ayant un filetage (401) et une deuxième partie (41) ayant un taraudage (410) et que n est supérieur ou égal à trois. Ainsi, avec une cale constituée d'une partie fixe et une partie serrée au bon nombre de tours autour de la partie fixe on pourra caler axialement la turbine de façon précise.

Figure à publier avec l'abrégié : Figure 6



FR 3 147 321 - A1



Description

Titre de l'invention : DISPOSITIF DE CALAGE AXIAL D'UN ROTOR SUR UN STATOR D'UNE TURBINE

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] Le domaine technique de l'invention est celui des moteur aéronautique et plus particulièrement celui du calage axial d'un rotor sur un stator d'une turbine.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

[0002] La fabrication ne permet pas de réaliser toutes les pièces de taille identique aux plans de fabrication, il existe des écarts, c'est pourquoi il existe une tolérance de fabrication entre les bornes desquelles lesdites pièces sont déclarées bonnes. Après le montage des pièces pour constituer un module, l'ensemble n'est donc pas non plus à la cote optimum.

[0003] Cependant lorsque l'on doit superposer plusieurs modules ces écarts vont s'additionner et, dans le cas d'une turbine, les aubes du stator et celles du rotor risquent de se toucher, cela est d'autant plus critique que l'espace théorique entre les aubes du rotor et du stator est faible. C'est pourquoi il est nécessaire de prévoir une cale spécifique à chaque turbine pour ajuster au plus près cet espace.

[0004] Actuellement, pour réaliser cette cale, on mesure durant le montage les cotes des différents modules, on détermine la hauteur de la cale et on usine une cale à la bonne dimension. Mais usiner une cale pour chacun des moteurs fait perdre énormément de temps lors du montage et ce n'est pas compatible des cadences actuelles.

[0005] On peut aussi choisir une cale parmi un jeu de cales avec une hauteur augmentant de 0,1mm en 0,1mm. Mais cette solution n'est pas satisfaisante, car cela demande énormément de cales à disposition, plus d'une dizaine, sachant que l'intervalle de tolérance où peut se trouver la cale est inférieure au millimètre, d'où une diminution la précision du calage axial. Il existe également un risque d'erreur si on n'a pas sélectionné la bonne cale, dans ce cas l'écart engendre des contacts entre le rotor et le stator non souhaités.

[0006] La précision du calage a des répercussion sur les performances du moteur, plus le réglage est fin et proche de la conception nominal, meilleures sont les performances.

Résumé de l'invention

[0007] L'invention offre une solution aux problèmes évoqués précédemment, en permettant de caler axialement de façon précise le rotor par rapport au stator d'une turbine avec une seule référence de cale pour chacun des moteurs et sans besoin d'usinage propre au moteur. Cela représente donc un gain économique car on a plus besoin de plusieurs références ni de passer par une phase d'usinage des cales.

- [0008] Le dispositif selon l'invention est un dispositif de calage axial d'un rotor sur un stator d'une turbine d'axe X, le stator comprenant n modules superposées axialement, le rotor comprenant un arbre, une cale étant disposée entre l'arbre et les n modules superposées, il est caractérisé en ce que la cale est constituée de deux parties, une première partie ayant un filetage et une deuxième partie ayant un taraudage et que n est supérieur ou égal à trois. Ainsi, avec une cale constituée d'une partie fixe et une partie serrée au bon nombre de tours autour de la partie fixe on pourra caler axialement la turbine de façon précise.
- [0009] Comme on n'a qu'une seule référence, on n'a pas de risque de se tromper de référence de cale. Un contrôle post serrage de la hauteur de cale peut être mis en place pour s'approcher au mieux de la valeur recherchée.
- [0010] Avantageusement, la deuxième partie de la cale est freinée par ovalisation sur la première partie de la cale. L'ovalisation de la deuxième partie de la cale permet de la freiner afin d'éviter une modification du serrage après le serrage initial selon la technologie classique de l'écrou freiné. Cette pièce pourra être adaptée pour être réglée par un outillage de serrage.
- [0011] Avantageusement, la première partie de la cale est bloquée par une clavette sur l'arbre. La première partie de la cale est, de préférence, clavettée en trois positions et intégrée à l'arbre de turbine qui est muni de la partie mâle du clavetage afin de pouvoir serrer la deuxième partie de la cale.
- [0012] Avantageusement, la cale a une hauteur H quand les deux parties sont serrées telle que $H = \sum h_i - Z$, où $\sum h_i$ est la somme des longueurs h_i de chaque module superposée i parmi les n modules et Z la longueur de l'arbre de la partie amont de la turbine basse pression à la face d'appui aval de la cale.
- [0013] La cale est réglée pour compenser les tolérances de fabrications des différents modules constituant la turbine, sa hauteur H est donc calculée pour chaque turbine en additionnant la longueur h_i de chacun des n modules constituant la turbine et en soustrayant la longueur de l'arbre. La valeur de la hauteur H de la cale est donc spécifique à la turbine mesurée et en vissant la deuxième partie de la cale sur la deuxième partie on peut la régler de façon précise.
- [0014] Avantageusement, la turbine est une turbine basse pression. Dans ce cas, on a trois modules en amont de la turbine basse pression : un compresseur basse pression, un compresseur haute pression avec une chambre de combustion et une turbine haute pression.
- [0015] Avantageusement, l'arbre comprend une graduation sur sa surface extérieure indiquant la hauteur H de ladite cale. La partie de la cale située à l'intérieur comprend des graduations permettant de connaître la hauteur H de la cale.
- [0016] L'invention concerne également un procédé de calage d'un arbre de rotor sur un

stator comprenant n modules superposées axialement caractérisé en ce qu'il comprend une étape de réglage de l'écart entre l'arbre et le stator comprenant n modules superposées axialement par un dispositif de calage axial ayant au moins une des caractéristiques précédentes. Grace au dispositif de calage on peut rattraper l'écart entre le rotor et le stator dû aux tolérances de fabrications des pièces.

- [0017] Avantageusement, le procédé de calage comprend une étape de calcul de la somme des longueurs h_i des n modules retranchée de la longueur Z de l'arbre et une étape de réglage de la cale en fonction du résultat. Le réglage de la cale est ainsi exact.
- [0018] Avantageusement, le procédé de calage comprend une étape de contrôle post serrage de la hauteur H de la cale et de réajustement éventuel. De cette façon on est sûr que la turbine est bien dimensionnée.
- [0019] Avantageusement, l'étape de contrôle post serrage et le réajustement sont faits lors de la maintenance de la turbine. La cale étant réglée par vissage, il est possible de la réajuster lors de maintenance si des usures sont apparues, il n'est pas nécessaire de changer la cale comme dans les solutions actuelles.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

- [0020] Les figures sont présentées à titre d'exemple et nullement limitatif de l'invention.
- [0021] [Fig.1] est une coupe d'une turbine aéronautique ;
- [0022] [Fig.2] est le détail II de la [Fig.1];
- [0023] [Fig.3] est une vue en perspective d'une cale selon un exemple de l'invention;
- [0024] [Fig.4] est une coupe de la cale de la [Fig.3];
- [0025] [Fig.5] est une vue en perspective d'une extrémité de l'arbre ;
- [0026] [Fig.6] est une vue en perspective de la cale montée sur l'extrémité de l'arbre ;
- [0027] [Fig.7] est une vue en perspective de la cale montée sur l'extrémité de l'arbre montrant la clavette ;
- [0028] [Fig.8] est une vue d'une graduation de la cale.

DESCRIPTION DETAILLEE

- [0029] Sauf précision contraire, un même élément apparaissant sur des figures différentes présente une référence unique.
- [0030] Dans la présente description on appellera « amont » la partie de la turbine située en premier dans le sens de circulation de l'air indiqué par la flèche 5 sur la [Fig.1] et « aval » la partie située après.
- [0031] La turbine 1 illustrée en exemple [Fig.1] comprend un arbre 2 d'axe X relié à des aubes mobiles 20 placées en aval et un stator 3 comprenant plusieurs modules placés en amont des pales mobiles 20, ici trois : un premier module 30, un deuxième module 31 et un troisième module 32. Chaque module est un montage de plusieurs pièces notamment des aubes fixes 33.

- [0032] Une cale 4 est disposée entre l'arbre 2 et le troisième module 32. Cette cale 4 permet de rattraper l'écart entre l'arbre 2 et la stator 3. L'écart peut aller jusqu'à 5mm ce qui correspond à la plage de réglage de la cale.
- [0033] La cale 4 illustrée à la [Fig.3] comprend deux parties : une première partie 40 et une deuxième partie 41. La première partie 40 est, par exemple, filetée dans une zone 401 et la deuxième partie 41 est taraudée dans une zone 410. La première partie 40 pourrait être taraudée et la deuxième partie 41 filetée sans sortir du cadre de la présente invention. Dans cet exemple, la première partie 40 comprend des encoches 400 au nombre de trois destinées à être bloquée par des clavettes 21 disposées sur l'arbre 2. De cette façon, la deuxième partie 41 peut être vissée sur la première partie 40 sans que cette dernière ne bouge. Les clavettes pourraient être placées sur le rotor et les encoches sur la deuxième partie 41 sans sortir du cadre de la présente invention.
- [0034] La deuxième partie 41 présente des rainures 412 sur sa périphérie afin de permettre la préhension par un outil de serrage, par exemple avec une clé dynamométrique.
- [0035] Dans l'exemple illustré figures 6 et 7, la première partie 40 est placée à l'intérieur de la deuxième partie 41, mais au contraire dans l'exemple de la [Fig.8], la deuxième partie 41 est à l'intérieur de la première partie 40.
- [0036] Afin de s'assurer que la cale 4 ne va pas se dévisser et modifier la hauteur H, la première partie 40 aura une forme légèrement ovalisée, de cette façon lors du serrage de la deuxième partie 41, la première partie 40 va se déformer et exercer un couple résistant au serrage et assurer une anti-rotation de la première partie 40 sur la deuxième partie 41, à la façon d'un écrou freiné. Il est également possible d'utiliser un fil frein pour bloquer la première partie 40 sur la deuxième partie 41.
- [0037] On peut voir à cette [Fig.8] des graduations 6 sur la surface 22 de l'arbre 2, qui sont recouvertes par la deuxième pièce 41 au fur et à mesure de son avancement lors du vissage permettant ainsi de connaître la hauteur H de la cale 4 avec précision.
- [0038] Il serait aussi possible de prévoir une ouverture (non représentée) sur la pièce extérieure en vis-à-vis d'un autre trou correspondant à une hauteur donnée dans lequel on pourra insérer une goupille.
- [0039] Nous allons maintenant décrire le procédé de réglage de la cale.
- [0040] Lors du montage de la turbine 1, plusieurs modules 30, 31 32 sont montés sur l'arbre 2 de la turbine 1, la somme des hauteurs h_i de ces différents modules 30, 31 et 32 n'est pas toujours à la cote optimale des plans de fabrication, il est donc alors nécessaire d'ajuster cette somme pour qu'elle corresponde à la longueur de l'arbre 1. On place la cale 4 entre le dernier module 32 situé en amont et l'extrémité amont de l'arbre 2 et une fois cet écart calculé, on règle la hauteur H de la cale 4 en faisant tourner la deuxième partie 41 de la cale 4 sur la première partie 40.
- [0041] Le réglage de la hauteur H de la cale peut être fait en la mesurant avec un pied à

coulisser par exemple. Ou si la cale comprend des graduations 6, le réglage de la hauteur H de la cale 4 se fait en positionnant les deux parties écartés de la bonne graduation.

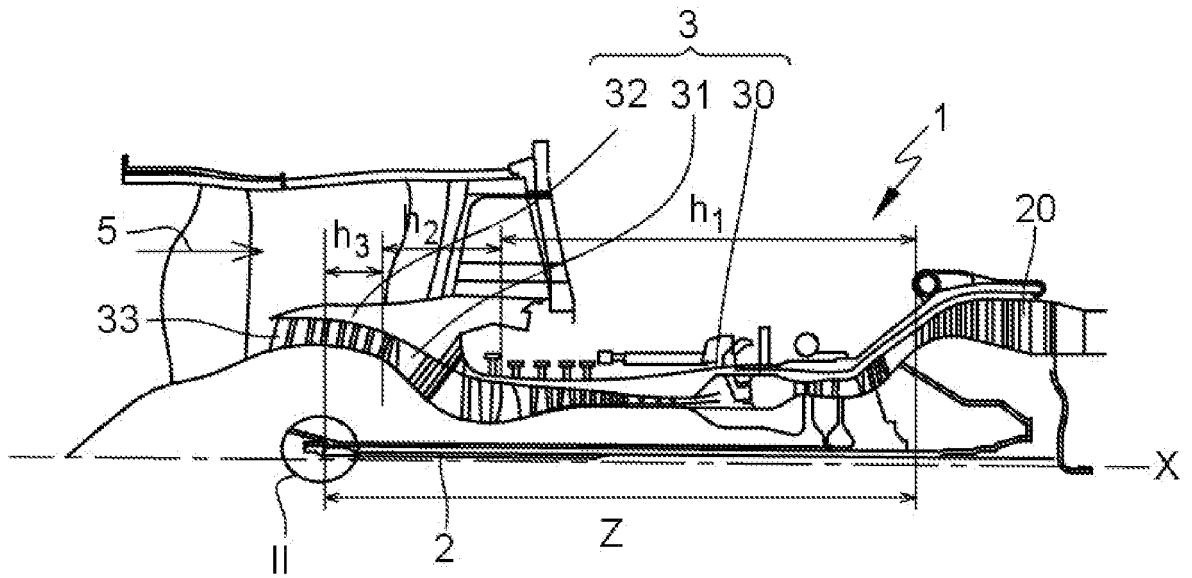
- [0042] Un contrôle post serrage sur la turbine montée permet d'ajuster si nécessaire la hauteur H de la cale 4 en faisant tourner la deuxième partie 41 sur la première partie 40 fixe clavetée.
- [0043] En maintenance, il est possible de réajuster la hauteur H de la cale 4 en fonction de l'usure éventuelle des modules 30, 31 et 32 ou de l'arbre 2.

Revendications

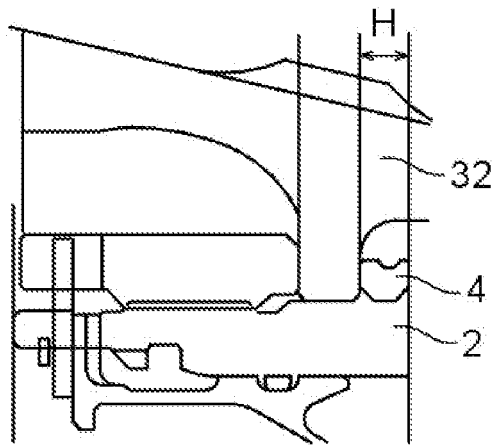
- [Revendication 1] Dispositif de calage axial d'un rotor sur un stator (3) d'une turbine (1) d'axe X, le stator (3) comprenant n modules (30, 31, 32) superposées axialement, le rotor comprenant un arbre (2), une cale (4) étant disposée entre l'arbre (2) et les n modules (30, 31, 32) superposées, caractérisé en ce que la cale (4) est constituée de deux parties, une première partie (40) ayant un filetage (401) et une deuxième partie (41) ayant un taraudage (410) et que n est supérieur ou égal à trois.
- [Revendication 2] Dispositif de calage axial selon la revendication 1, caractérisé en ce que la deuxième partie (41) de la cale (4) est freinée par ovalisation sur la première partie (40) de la cale (4).
- [Revendication 3] Dispositif de calage axial selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première partie (40) de la cale (4) est bloquée par une clavette (21) sur l'arbre.
- [Revendication 4] Dispositif de calage axial selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la cale (4) a une hauteur H quand les deux parties sont serrées telle que $H = \sum h_i - Z$, où $\sum h_i$ est la somme des longueurs h_i de chaque module (30, 31, 32) superposée i parmi les n modules et Z la longueur de l'arbre.
- [Revendication 5] Dispositif de calage axial selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la turbine (1) est une turbine basse pression.
- [Revendication 6] Dispositif de calage axial selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'arbre (2) comprend une graduation (6) sur sa surface extérieure (22) indiquant la hauteur H de ladite cale (4).
- [Revendication 7] Procédé de calage d'un arbre (2) de rotor sur un stator (3) comprenant n modules (30, 31, 32) superposées axialement, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de réglage de l'écart entre l'arbre (2) et le stator (3) comprenant n modules superposées axialement par un dispositif de calage axial selon une des revendications précédentes.
- [Revendication 8] Procédé de calage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de calcul de la somme des longueurs h_i des n modules retranchée de la longueur Z de l'arbre (2) et une étape de réglage de la cale (4) en fonction du résultat.
- [Revendication 9] Procédé de calage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de contrôle post serrage de la hauteur H de la cale (4) et de réajustement éventuel.
- [Revendication 10] Procédé de calage selon la revendication précédente, caractérisé en ce

que l'étape de contrôle post serrage et le réajustement sont faits lors de la maintenance de la turbine (1).

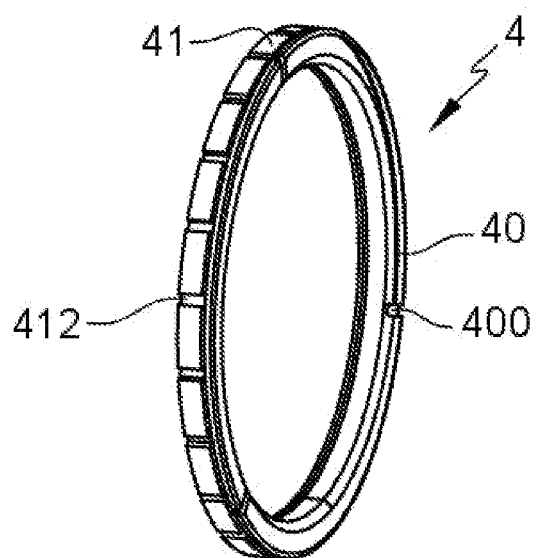
[Fig. 1]



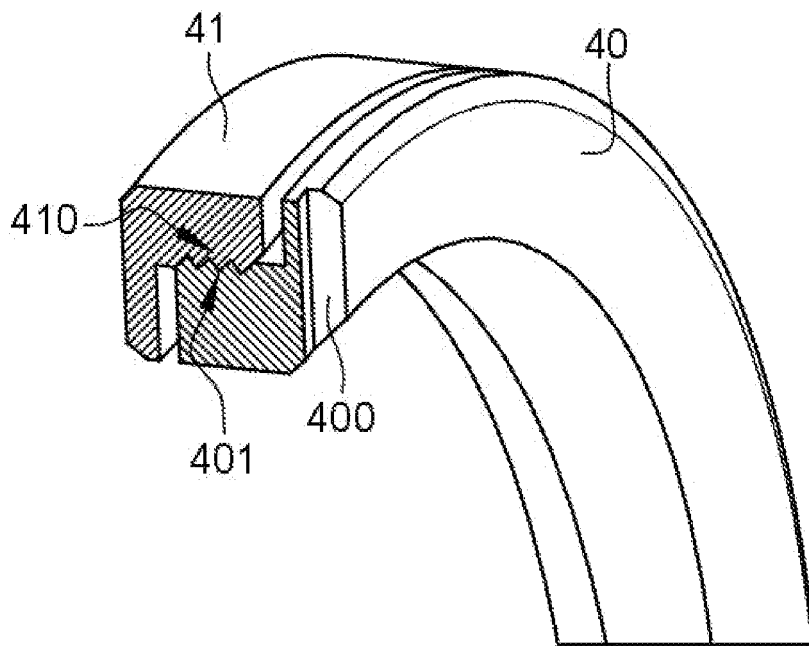
[Fig. 2]



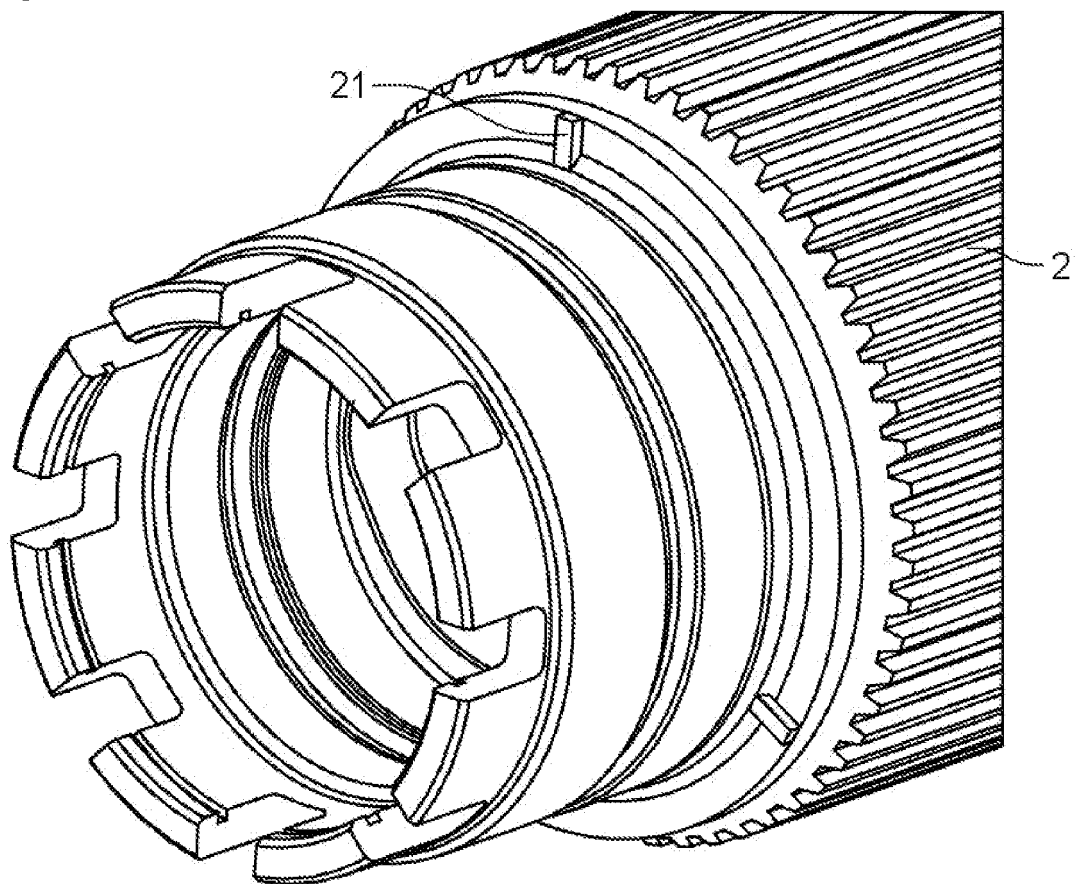
[Fig. 3]



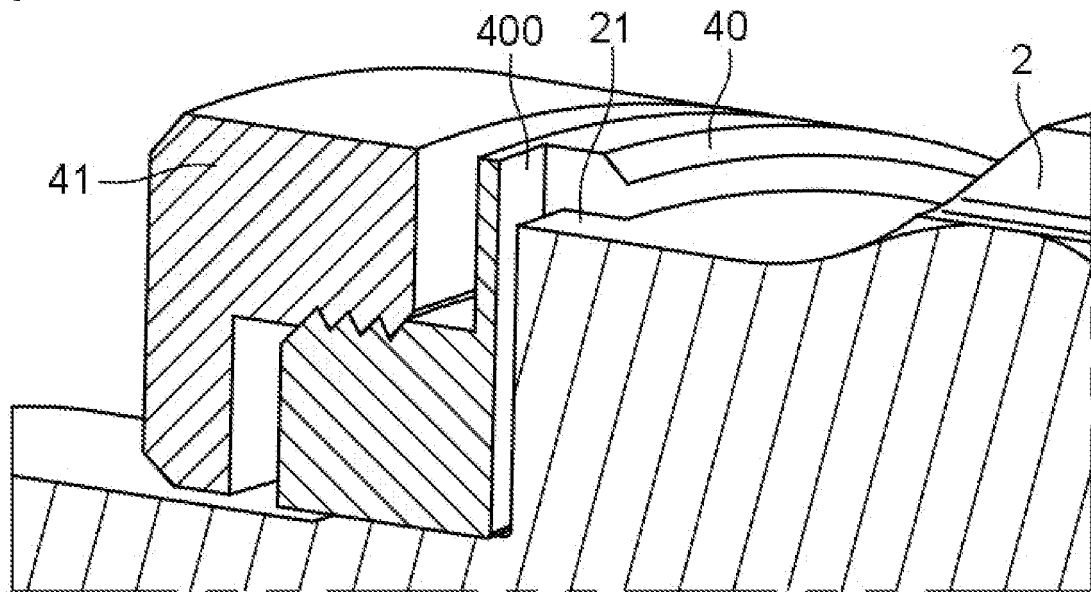
[Fig. 4]



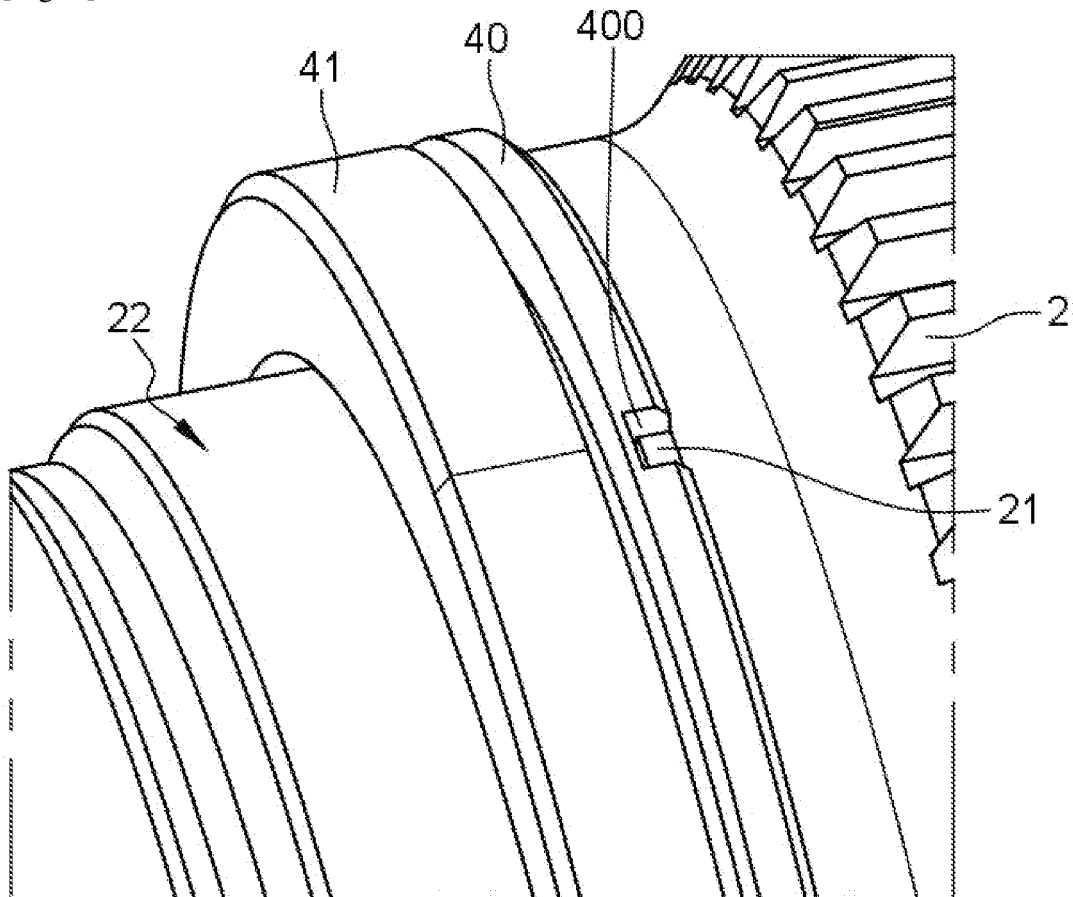
[Fig. 5]



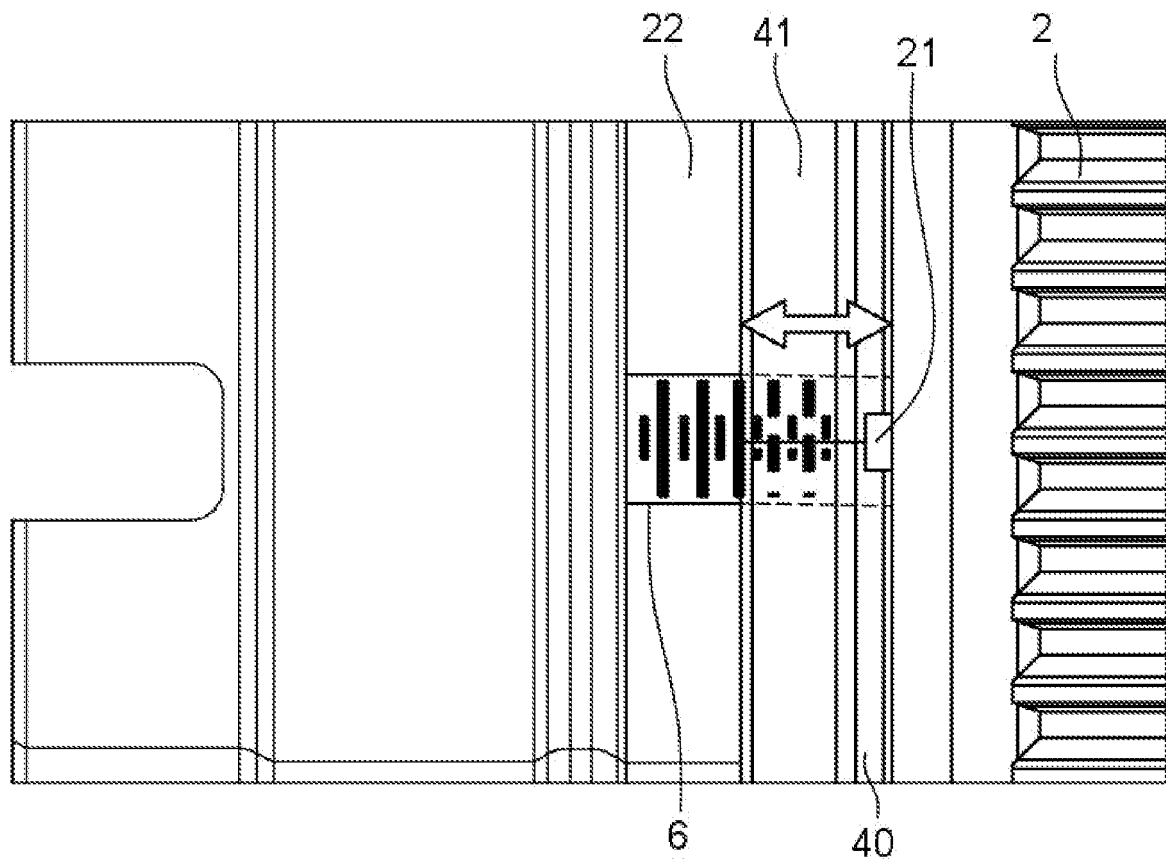
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 917267
FR 2302934

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	EP 1 813 769 B1 (SNECMA [FR]) 25 mars 2009 (2009-03-25) * figure 1 *	1,3-10	F01D 25/28 F01D 5/02
X	US 6 606 863 B2 (GEN ELECTRIC [US]) 19 août 2003 (2003-08-19) * figure 10 *	1,4-10	
X	EP 3 833 853 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 16 juin 2021 (2021-06-16) * alinéa [0016] * * figure 2 *	1,4-10	
X	US 2016/123161 A1 (MURPHY RYAN [US] ET AL) 5 mai 2016 (2016-05-05) * alinéa [0010] * * figure 3 *	1,4-10	
X	DE 30 28 327 A1 (TRANSMISSIONS LEVALLOIS PERRET) 26 février 1981 (1981-02-26) * 4th paragraph; page 10 * * figure 5 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F01D
X	US 2013/051985 A1 (BENJAMIN DANIEL [US] ET AL) 28 février 2013 (2013-02-28) * figure 4 *	1,4-10	
X	FR 3 068 391 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 4 janvier 2019 (2019-01-04) * figure 4b *	1,4-10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 octobre 2023		Rapenne, Lionel	
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 2302934 FA 917267**

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 **13-10-2023**
 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
EP 1813769	B1	25-03-2009	
		CA 2576698 A1	27-07-2007
		CN 101008349 A	01-08-2007
		EP 1813769 A1	01-08-2007
		FR 2896827 A1	03-08-2007
		JP 4922772 B2	25-04-2012
		JP 2007198381 A	09-08-2007
		US 2007212226 A1	13-09-2007

US 6606863	B2	19-08-2003	AUCUN

EP 3833853	A1	16-06-2021	
		CN 112534118 A	19-03-2021
		EP 3833853 A1	16-06-2021
		FR 3084701 A1	07-02-2020
		US 2021262347 A1	26-08-2021
		WO 2020030873 A1	13-02-2020

US 2016123161	A1	05-05-2016	AUCUN

DE 3028327	A1	26-02-1981	
		DE 3028327 A1	26-02-1981
		FR 2462612 A1	13-02-1981

US 2013051985	A1	28-02-2013	
		EP 2565381 A2	06-03-2013
		US 2013051985 A1	28-02-2013

FR 3068391	A1	04-01-2019	AUCUN
