

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 683 851

(21) N° d'enregistrement national :
91 14290

(51) Int Cl⁵ : F 01 D 9/02, F 02 K 3/00

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 20.11.91.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 21.05.93 Bulletin 93/20.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION "S.N.E.C.M.A." Société anonyme — FR.

(72) Inventeur(s) : Bromann Alain, Marc, Lucien, Charbonnel Jean-Louis, Debeneix Pierre, Marey Daniel, Jean, Naudet Jacky, Niclot Thierry, Jean, Maurice et Rigaud Yann.

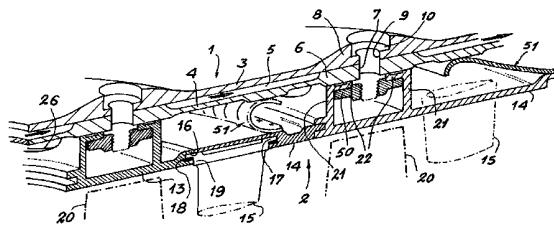
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Moinat François.

(54) Turbomachine équipée de moyens facilitant le réglage des jeux du stator entrée stator et rotor.

(57) Cette turbomachine peut comprendre divers éléments pour favoriser le réglage des jeux du stator en le réchauffant ou le refroidissant par un gaz le carter extérieur (1) auquel la virole (2) portant les étages d'aubes fixes (15) est fixée peut être formé de deux peaux (3, 4) entre lesquels du gaz est insufflé; la virole (2) peut être composée de secteurs (13) s'étendant sur une fraction de circonférence, fixés par leur centre et simplement guidés à leur extrémité; On peut enfin prévoir des dispositifs d'étanchéité entre le carter extérieur (1) et les portées d'appui des nervures des éléments de virole (13). Le volume entre La virole (2) et le carter (1) est alors compartimenté et peut recevoir des alimentations séparées de gaz de réglage des jeux.

Application aux compresseurs de moteurs d'avion.



FR 2 683 851 - A1



TURBOMACHINE EQUIPÉE DE MOYENS FACILITANT LE REGLAGE
DES JEUX DU STATOR ET ENTRE STATOR ET ROTOR

DESCRIPTION

5 L'invention est relative à une turbomachine équipée de moyens qui facilitent le réglage des jeux entre les différentes pièces constituant le stator ou entre le stator et le rotor.

10 Les grands échauffements auxquels une turbomachine de moteur d'avion est soumise provoquent des dilatations thermiques qu'il est du plus haut intérêt de pouvoir régler pour éviter en particulier les fuites de gaz et les pertes de rendement consécutives. Il est en particulier capital que les 15 jeux radiaux entre les extrémités externes des aubes mobiles du rotor et la virole interne du stator qui porte les aubes fixes de redressement de l'écoulement entre les aubes mobiles soient les plus petits possibles. Deux moyens principaux existent pour obtenir 20 une construction satisfaisante : construire les viroles avec un revêtement en matériau tendre à l'endroit devant lequel les aubes mobiles passent de sorte que le frottement éventuel de l'extrémité des aubes mobiles qui serait produit par une dilatation plus forte de ces 25 dernières provoquerait une usure du revêtement et une remise en forme du stator à cet emplacement, ou construire le stator de telle façon qu'il soit possible d'y faire circuler du gaz, prélevé par exemple à un autre endroit de la machine, à une température et à un 30 débit qui produisent à volonté un échauffement ou un refroidissement qui règle les dilatations de la virole et donc son jeu avec les aubes mobiles.

Il existe un grand nombre de dispositions qui permettent d'arriver à cet objectif avec un succès plus

ou moins grand. Dans une des conceptions les plus proches de l'invention, illustrée par le brevet français n° 1 003 299, le stator est muni, outre d'un carter extérieur en couronne circulaire, d'éléments de virole porteurs d'aubes fixes et qui sont en forme de secteur de cercle n'embrassant qu'une fraction de circonférence du stator. Les éléments de virole sont juxtaposés de telle sorte qu'ils sont répartis en groupes s'étendant chacun sur une circonférence entière du stator, si on excepte des jeux qui s'étendent entre leurs extrémités et qui les séparent donc. Les éléments de virole sont rigidement fixés au carter à un endroit central du secteur. Cet agencement présente l'avantage que les dilatations des éléments de virole peuvent être facilement réglés et sans obtenir de contraintes internes grâce à la discontinuité des éléments, mais il pèche en ce que les extrémités ne sont nullement soutenues et guidées, ce qui est susceptible de provoquer des vibrations dommageables et empêche un réglage de la position des éléments de virole avec toute la précision souhaitée.

L'objet essentiel de l'invention est donc de suppléer à cette lacune, et l'invention est caractérisée sous sa forme la plus générale par des pièces de guidage des extrémités des éléments de virole, qui sont fixées au carter et comprenant des ailes disposées de façon à maintenir des portions d'extrémité des éléments de virole contre le carter en direction radiale tout en leur permettant de coulisser en direction de la circonférence.

Selon un autre aspect de l'invention qui offre l'avantage de permettre un réglage rapide et facile de la température du stator sans compliquer sa structure, on utilise un agencement selon lequel le carter est composé de deux peaux concentriques séparées

par des patins et équipée de moyens pour régir une circulation de gaz entre les deux peaux.

Il est alors possible que des plaques de canalisation des gaz s'étendent entre les deux peaux,
5 et notamment des plaques hélicoïdales qui produisent une meilleure uniformisation du courant et des températures.

On peut vouloir favoriser la séparation du volume compris entre le carter et la virole en
10 compartiments, à la fois pour limiter les fuites de gaz et pour permettre de souffler indépendamment du gaz de refroidissement ou de réchauffement dans chacun des compartiments et obtenir ainsi un réglage différent des jeux sur différentes zones du stator. Si on adopte
15 l'agencement selon lequel des nervures circulaires séparent la virole du carter extérieur et qui offre une bonne rigidité mécanique, les nervures étant fixées à la virole et reposant sur le carter par des rebords d'appui, les dispositifs d'étanchéité peuvent être
20 disposés entre les rebords d'appui des nervures et le carter. On peut utiliser séparemment ou en combinaison des joints plats introduits dans des fentes circulaires créées dans les nervures et s'ouvrant sur les portées d'appui ou des saillies circulaires pénétrant dans une
25 gorge remplie d'une bourre, ces moyens étant établis à la fois sur le carter et les nervures. Les rebords d'appui situés aux extrémités constituent favorablement la portion maintenues par les ailes.

Une construction avantageuse est utilisable
30 quand chaque élément de virole comprend une paire de nervures qui s'étendent de part et d'autre de l'endroit où l'élément est fixé au carter par un boulon ou un moyen équivalent. On préfère alors festonner une nervure de chaque paire par des évidements qui fragmentent les portées d'appui de sorte que les
35

possibilités de conduction de chaleur entre le carter et la virole soient réduites. Les dispositifs d'étanchéité mentionnés précédemment et caractéristiques de l'invention sont alors situés sur
5 l'autre nervure.

Un moyen indépendant de soufflage de gaz peut alors avantageusement déboucher dans chaque volume étanche délimité par les éléments de virole, les nervures pourvues de dispositif d'étanchéité et le
10 carter.

On va maintenant décrire l'invention plus en détail à l'aide des figures suivantes annexées à titre illustratif et non limitatif qui représentent trois réalisations principales de l'invention :

15 - La figure 1 illustre une première réalisation de l'invention en coupe axiale de la machine et en perspective ;

20 - les figures 2 et 3 illustrent deux vues partielles de cette réalisation ;

- la figure 4 est une coupe diamétrale de cette réalisation ;

25 - les figures 5 et 6 illustrent une autre réalisation de l'invention en coupe axiale, les pièces étant représentées respectivement séparées et assemblées ; et

- la figure 7 représente une troisième réalisation de l'invention en vue générale.

Dans la première réalisation de l'invention exposée sur la figure 1, le stator est composé
30 essentiellement d'un carter extérieur 1 qui s'étend autour du rotor sur une circonférence complète et d'une virole 2. Le carter extérieur 1 est lui-même composé de deux peaux concentriques 3 et 4 séparées par un volume essentiellement annulaire 5. L'espacement entre les
35 peaux 3 et 4 est assuré à l'aide de patins 6 répartis

sur des circonférences de la peau intérieure 4. Les patins 6 sont traversés par un trou radial 7 et la peau extérieure 3 est munie de bossages extérieurs 8 qui se trouvent devant certains au moins des patins 6 et sont traversés par un autre trou radial 9 qui vient en face du trou radial 7 correspondant et se termine à l'extérieur par un lamage 10. Les couples de trous en prolongement 7 et 9 sont destinés à recevoir chacun un boulon 11 représenté sur les figures 4 et 6, pour assembler les éléments de virole 2 au carter extérieur 1. Le volume intermédiaire 5 est garni de plaques de canalisation de gaz 12 (figure 2) de direction vrillée ou hélicoïdale entre les rangées successives des patins 6 afin de faire circuler de l'air de chauffage ou de refroidissement dans le volume intermédiaire 5 avec une direction pour l'essentiel axiale mais avec une composante de tourbillonnement.

La virole 2 est composée de secteurs 13 et 14 qui alternent en direction de l'axe de la machine : les premiers sont destinés à la liaison au carter extérieur 1 et les seconds portent les aubes fixes 15 des étages de redressement. Les secteurs 13 et 14 sont assemblés entre eux par des joints composés par exemple d'une gorge 16 sur les premiers secteurs 13 et d'une saillie circulaire 17 sur les seconds secteurs 14, qui s'emboîte dans une gorge 16 respective avec un léger jeu qui peut être comblé par un feuillard de clinquant 18 destiné à assurer une étanchéité entre l'intérieur et l'extérieur de la virole 2 à cet endroit. Les saillies circulaires 17 sont construites au bout d'un léger décrochement 19 par rapport au reste des seconds secteurs 14 de sorte que la face interne de la virole 2 est à peu près lisse. Mais on pourrait se dispenser des seconds secteurs 14 : les premiers secteurs 13 seraient alors reliés entre eux par les joints qu'on vient de

décrire et porteraient chacun un étage d'aubes fixes
15.

Dans la réalisation décrite, un étage d'aubes mobiles 20 appartenant au rotor tourne devant chaque premier secteur 13. Les premiers secteurs 13 sont chacun reliés à la couronne 1 par l'intermédiaire de deux nervures 21 circulaires et qui s'étendent radialement et de part et d'autre des boulons 11, qui peuvent ainsi retenir des rebords 22 cylindriques, disposés l'un vers l'autre à l'extrémité des nervures 21 et qui s'étendent en prolongement. Les rebords 22 présentent, comme on l'illustre à la figure 3, sur leur face externe 23 des portées d'appui, ici réduites aux extrémités longitudinales des rebords 22 car les faces externes 23 sont constituées de deux crêtes parallèles 24 séparées par un creux 25. Les nervures 21 sont de plus festonnées, c'est-à-dire que des évidements 26 fragmentent les rebords 22 et les portées d'appui 23, qui ne s'étendent que sur des portions assez petites des circonférences. Le creux 25 et les évidements 26 permettent de limiter la surface de contact et d'échange de chaleur entre le carter extérieur 1 et la virole 2. Si un cloisonnement du volume conquis entre le carter extérieur 1 et la virole 2 est désiré, on peut utiliser des joints plats 51 à lamelles en forme de couronne à l'état libre et dont une extrémité est fixée sur la face externe des seconds secteurs 14 ; l'autre extrémité est dirigée vers la face interne de la peau intérieure 4, et la largeur des joints plats 51 est suffisante pour qu'ils soient comprimés et incurvés entre le carter extérieur 1 et la virole 2.

On constate que les rebords 22 sont retenus par les écrous 50 des boulons 11 et pressés contre la peau intérieure 4. On remarque aussi sur la figure 4 que les premiers secteurs 13 sont au nombre de deux ou

quatre par exemple sur une circonférence : ils sont reliés chacun par un des boulons 11 au carter extérieur 1 par un endroit au centre de leur étendue ; les premiers secteurs 13 sont donc juxtaposés le long de la 5 circonférence du stator de manière que les extrémités 27 de deux premiers secteurs 13 consécutifs soient distantes d'un certain jeu qui laisse libre cours aux dilatations des premiers secteurs 13. Les seconds 10 secteurs 14 peuvent être en nombre quelconque et différent de celui des premiers segments 13 le long d'une circonférence.

Le jeu entre deux segments 13 consécutifs est partiellement occupé par une pièce de guidage 28 qui est composé d'un manchon 29 relié par des boulons 30 à la peau intérieure 4 et d'ailes 31 qui s'étendent de l'extrémité intérieure du manchon 29 en direction de la circonférence de manière à recouvrir les rebords 22 aux extrémités 27 et à les maintenir contre la peau intérieure 4. On exclut ainsi que les premiers segments 20 13 puissent se courber de sorte que les extrémités 27 se rapprocheraient du centre de la machine et atteindraient les aubes mobiles 20. Les pièces de guidage 28 permettent cependant le libre déplacement 25 des extrémités 27 en direction de la circonférence consécutif aux dilatations thermiques. La distance entre les ailes 31 et la peau intérieure 4 est en effet légèrement supérieure à l'épaisseur des rebords 22.

Une autre réalisation de l'invention, 30 représentée sur les figures 5 et 6, comporte un certain nombre d'éléments identiques ou presque à ceux de la précédente ; ils sont alors référencés par les mêmes numéros. Les pièces de guidage 28 ne sont pas représentées sur ces deux figures mais sont identiques 35 à celles de la réalisation précédente. Cependant le carter extérieur, référencé ici par 41, est d'un seul

tenant et ne comprend en particulier pas de double peau destinée à la circulation d'air de refroidissement. On préfère ici régler les jeux en insufflant de l'air dans des compartiments délimités par les secteurs 13 et 14, le carter extérieur 41 et des dispositifs d'étanchéité établis sur certaines des nervures, référencées alors 42, des premiers secteurs 13.

Les nervures 42 en question sont munies d'un dispositif d'étanchéité en direction de la circonference. Il consiste en une fente 43 établie selon la hauteur de la nervure 42 et qui s'ouvre sur la portée d'appui 44 contre le carter extérieur 41. La fente 43 comprend un joint plat 45 et circulaire, composé de lamelles et que la portée d'appui 46 qui appartient au carter extérieur 41 comprime radialement vers l'intérieur. Un autre dispositif d'étanchéité qui peut être cumulé avec le précédent consiste en des saillies circonférentielles 47 à bout aigu appelées "léchettes" par la déposante, qui pointent de la portée d'appui 44 des nervures 42 et qui pénètrent dans une gorge 48 creusée dans l'autre portée d'appui 46. La gorge 48 est remplie d'une bourre 49 en matériau feutré que les saillies circonférentielles 47 compriment. Un joint à labyrinthe est ainsi formé.

Le montage est effectué en plaçant d'abord les segments 13 et 14 d'un étage de la machine autour du rotor, puis le carter extérieur 1 est chauffé pour le dilater un peu et enfilé autour des segments 13 et 14 qui sont ensuite vissés : la portée d'appui 46 a un diamètre plus grand, temporairement, que celui des saillies circonférentielles 47. Cet état est représenté à la figure 6. Ce procédé permet d'employer un carter extérieur 41 dont les éléments s'étendent sur des circonférences entières.

Le volume délimité par le carter extérieur 41

et les secteurs de virole 13 et 14 est ainsi compartimenté par les nervures 42 en volume séparés presque parfaitement, à l'exception des jeux aux extrémités 27 des secteurs 13. Ces jeux peuvent 5 d'ailleurs être partiellement comblés par d'autres joints d'étanchéité, par exemple si les joints 45 débordent des nervures 42 en direction de la circonférence. Les fuites de gaz entre ces différents 10 compartiments sont alors très réduites, et le carter extérieur 41 peut alors être trouvé (figure 7) pour recevoir des embouchures 53 de soufflage d'air qui débouchent dans un compartiment respectif. L'alimentation est alors avantageusement indépendante 15 pour chaque compartiment alors que la solution habituelle consiste à prélever par une conduite 54 de l'air à partir d'un point de la turbomachine et l'injecter dans le volume entre le carter extérieur 41 et la virole 2, il est ici utile et avantageux de prévoir une vanne 56 sur chacune des ramifications qui 20 unissent la conduite 54 à chacun des compartiments, et toutes les vannes 56 sont commandées indépendamment par un système d'asservissement 57 qui modifie sans cesse 25 leur ouverture selon la température souhaitée dans chaque compartiment pour régler les jeux au niveau souhaité. Des thermomètres placés aux endroits judiciaux renseignent le système d'asservissement 57.

Ce dispositif de la figure 7 peut être 30 appliqué sans inconvénient ni difficulté à la réalisation des figures 5 et 6, mais il est représenté ici dans une troisième réalisation possible où le carter extérieur 61 est composé d'éléments annulaires 62 réunis par des boulons 63 et mis en prolongement de sorte que chacun d'entre eux vienne entourer un premier secteur 13 et un second secteur 14. Les premiers 35 secteur 13 ont deux nervures 64 sur leurs bords

longitudinaux et qui comprennent chacun une gorge 16 déjà mentionnée pour maintenir une extrémité de second secteur 14 et un rebord longitudinal extérieur 65 ; les rebords longitudinaux extérieurs 65 de chaque premier secteur 13 sont orientés dans des directions opposées. De plus, chaque élément annulaire 62 comprend deux gorges 66 disposés autour d'ailes de cornières 67 disposées sur leur face interne, de telle sorte que, quand le stator est monté, les deux saillies longitudinales 65 d'un même secteur 13 sont maintenues dans une gorge 66 d'un élément annulaire 62 et une gorge 66 d'un élément annulaire 62 voisin. Des feuillards de clinquant sont ici encore introduits dans les jeux de l'assemblage pour les combler et empêcher les fuites. Les ailes de cornière 67 s'étendent au moins devant les extrémités des secteurs de virole 13 pour les maintenir contre le carter extérieur 61 de la même façon que les pièces de guidage 28. La fixation des secteurs de virole 13 en leur centre peut être effectuée comme pour la première réalisation, en pourvoyant les nervures 64 d'un rebord interne semblable au rebord 22 et retenu par un écrou.

Les nervures 64 peuvent ici aussi être festonnées ; l'étanchéité des compartiments est alors rétablie par des joints à lamelles élastiques non représentés qui sont comprimés et recourbés entre les éléments annulaires 62 et les seconds secteurs 14.

Tous ces modes de réalisation de l'invention ont donc en commun la caractéristique de permettre simplement et efficacement l'intervention volontaire sur les jeux entre les aubes mobiles 20 et le stator pour les régler.

REVENDICATIONS

1. Turbomachine comportant un stator composé essentiellement d'un carter extérieur circulaire (1, 41, 61) et d'une virole (2) porteuse d'aubes fixes qui
5 est constituée d'éléments (13, 14) en forme de secteurs de cercle embrassant une fraction de circonférence du stator, les éléments de viroles étant entourés par le carter, rigidement fixés à lui à un endroit central du secteur et juxtaposés avec des jeux à leurs extrémités
10 circonférentielles (27) de telle sorte qu'ils sont répartis en groupes s'étendant chacun sur une circonférence presque entière du stator, caractérisée par des pièces de guidage (28) des extrémités des éléments de virole, qui sont fixées au carter et
15 comprennent des ailes (31, 67) disposées de façon à maintenir des portions d'extrémité des éléments de virole contre le carter en direction radiale tout en leur permettant de coulisser en direction circonférentielle.

20 2. Turbomachine selon la revendication 1, caractérisée en ce que le carter est composé de deux peaux concentriques (3, 4) séparées par des patins (6) et équipées de moyens pour régir une circulation de gaz entre les deux peaux.

25 3. Turbomachine selon la revendication 2, caractérisée en ce que les moyens pour régir une circulation d'air comprennent des plaques (12) de canalisation des gaz qui s'étendent entre les deux peaux.

30 4. Turbomachine selon la revendication 3, caractérisée en ce que les plaques de canalisation des gaz sont hélicoïdales.

5. Turbomachine selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que des

5 nervures circulaires (21, 42, 64) séparent les éléments de virole du carter, les nervures étant fixées aux éléments de virole et reposant sur le carter par des rebords d'appui (22, 65) dont font parties les portions d'extrémité maintenues par les ailes (31, 67).

6. Turbomachine selon la revendication 5, caractérisée par des dispositifs d'étanchéité disposés entre les rebords d'appui des nervures et le carter.

10 7. Turbomachine selon la revendication 6, caractérisée en ce que les dispositifs d'étanchéité comprennent des joints plats (45) introduits dans des fentes circulaires (43) créées dans les nervures (42) et s'ouvrant sur les rebords d'appui.

15 8. Turbomachine selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, caractérisée en ce que les dispositifs d'étanchéité comprennent, établies sur le carter et les nervures, des saillies circulaires (47) pénétrant dans une gorge (48) remplie d'une bourre (49).

20 9. Turbomachine selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisée en ce que chaque élément de virole comprend une paire de nervures (21) qui s'étendent de part et d'autre de l'endroit où l'élément de virole est fixé à la couronne.

25 10. Turbomachine selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'une au moins des nervures de chaque paire est festonnée d'évidements qui fragmentent les portées d'appui.

30 11. Turbomachine selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisée en ce qu'un moyen indépendant de soufflage de gaz (53) débouche dans chaque volume étanche délimité par la virole, les nervures pourvues de dispositifs d'étanchéité et le carter.

1,4

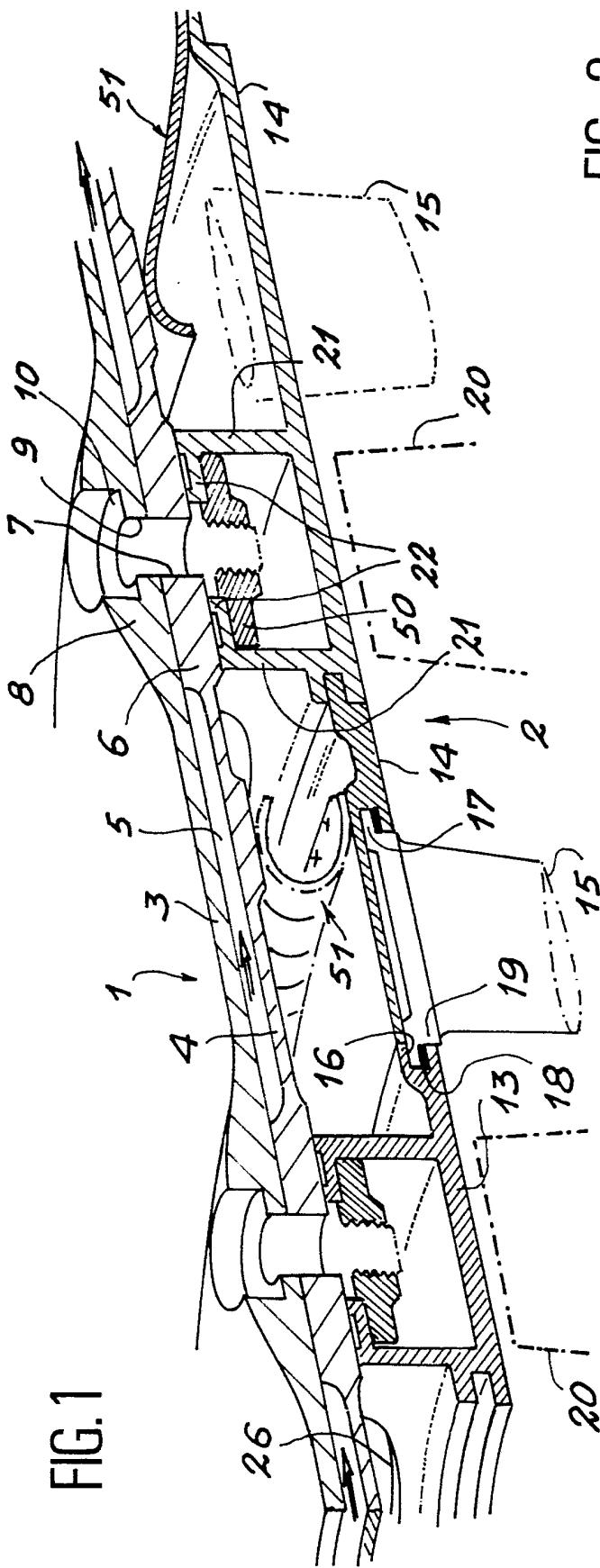
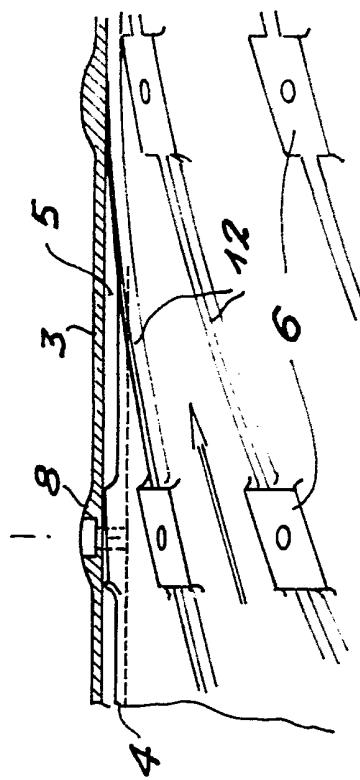
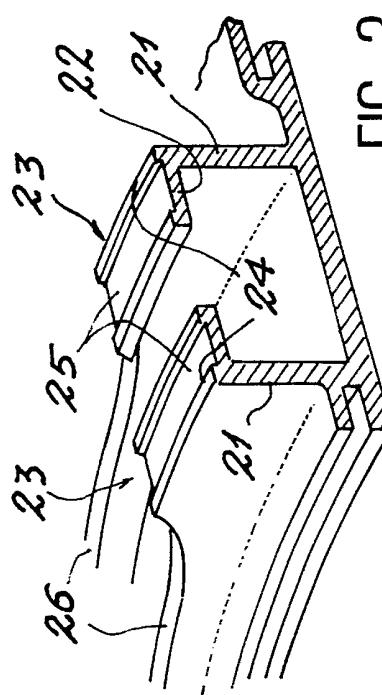
**FIG. 2****FIG. 3**

FIG. 4

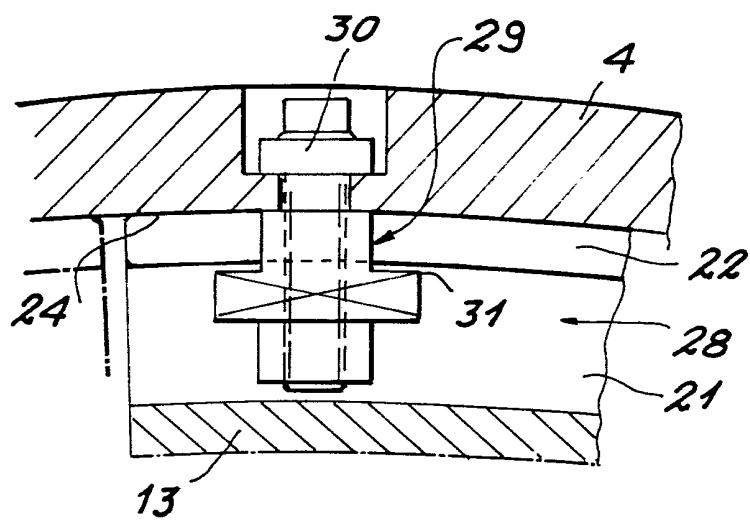
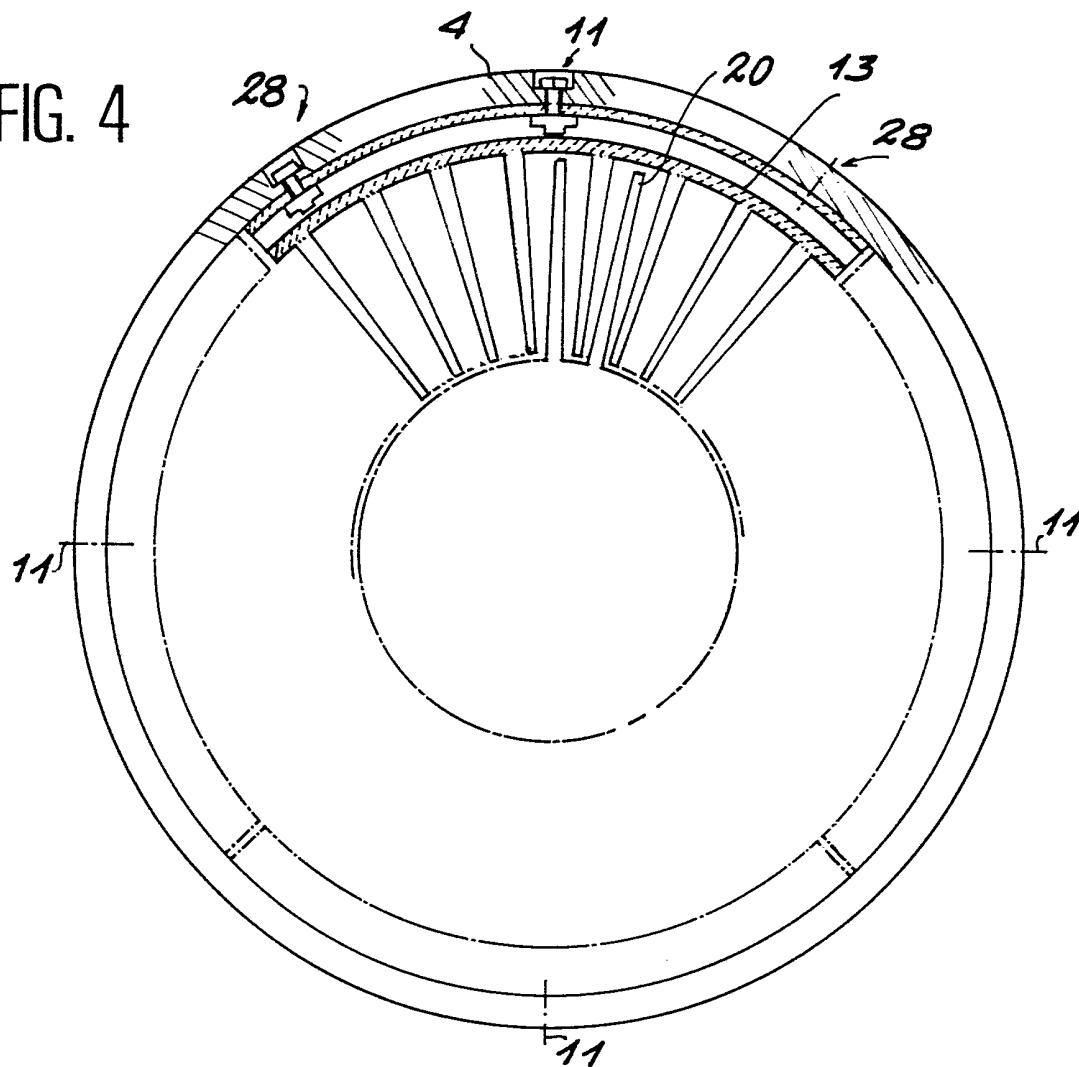


FIG. 4 A

FIG. 5

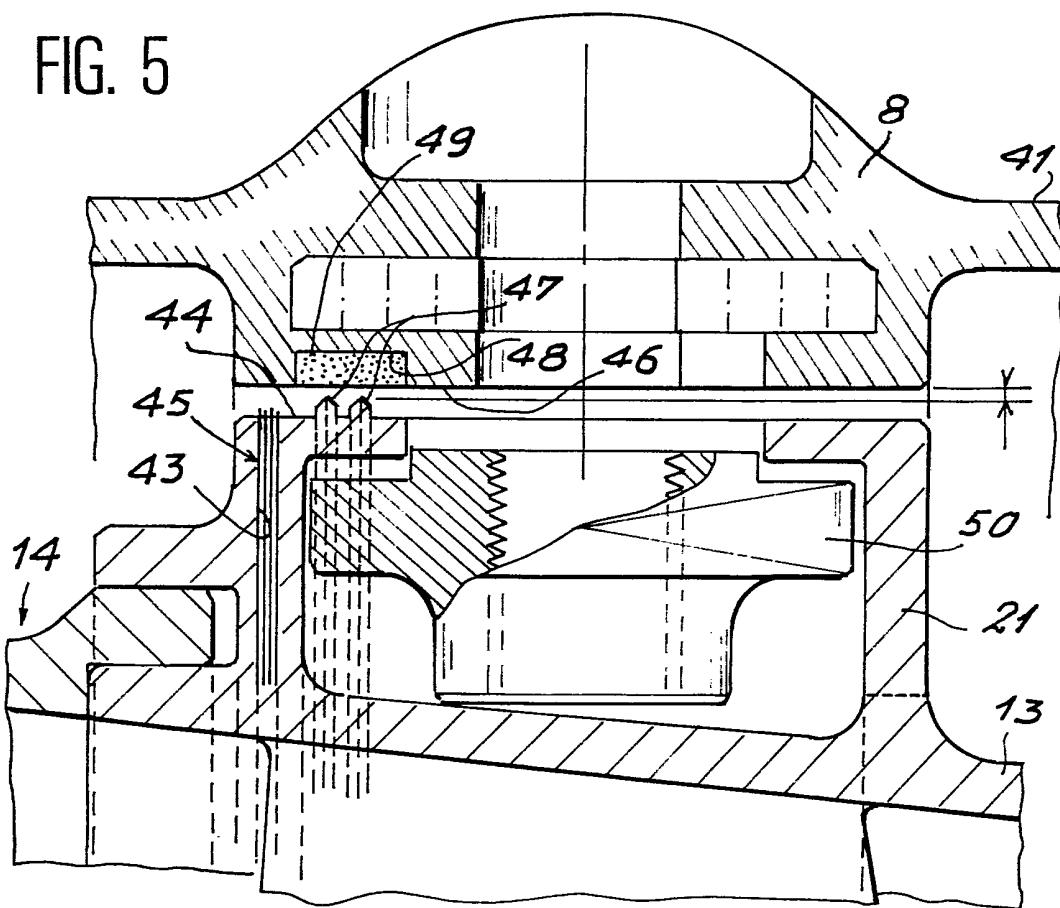
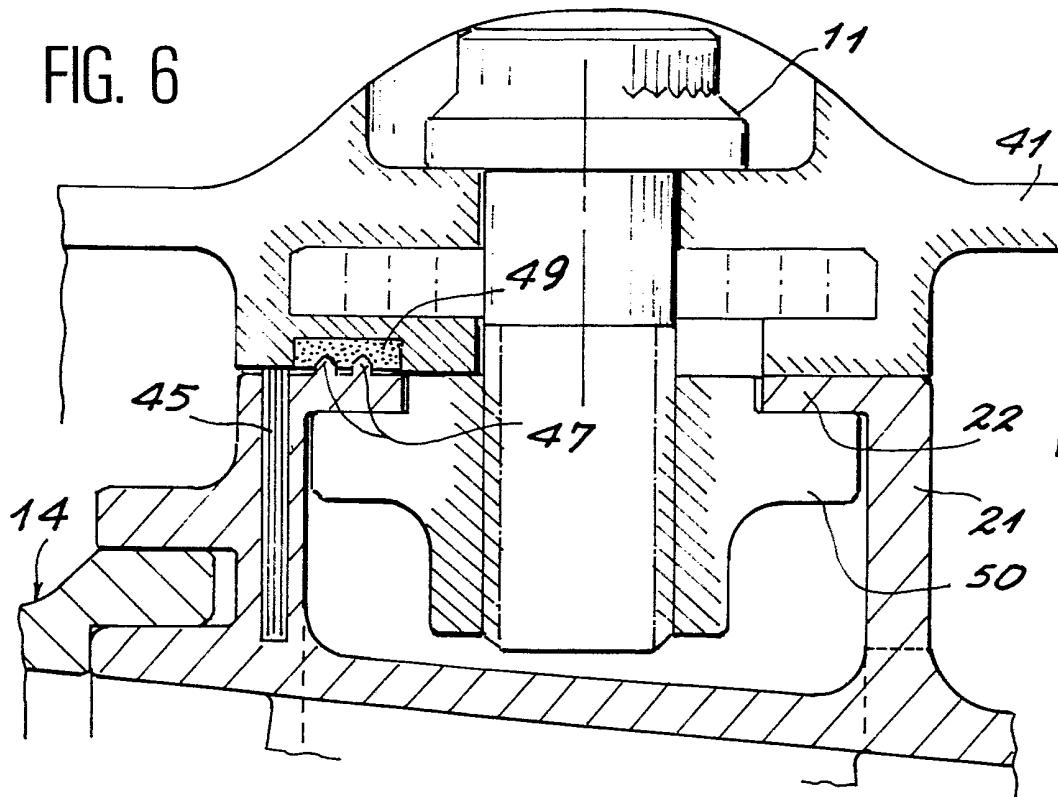


FIG. 6



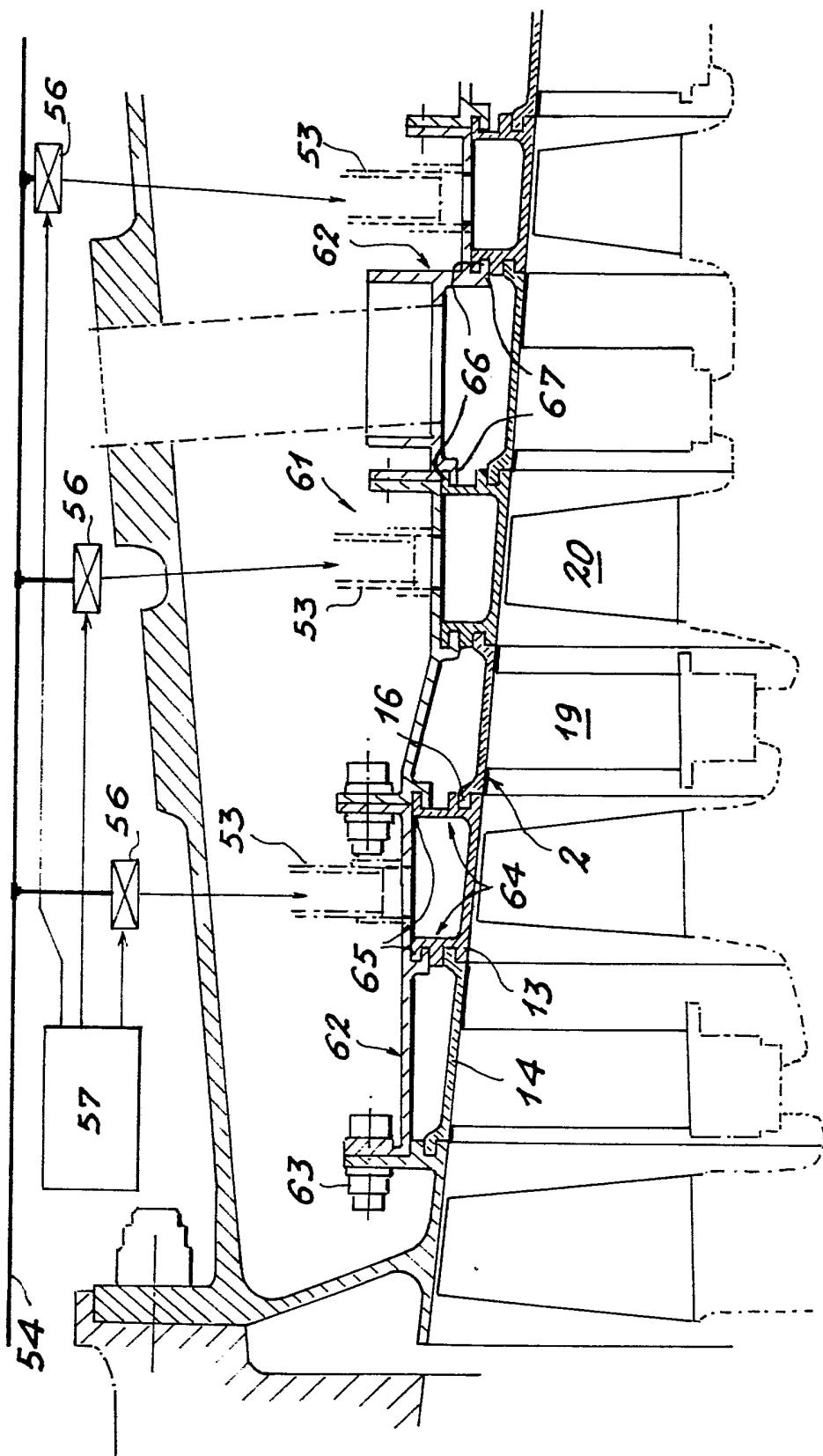


FIG. 7

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

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

N° d'enregistrement
nationalFR 9114290
FA 466397

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie		
X	US-A-4 921 401 (T.W.HALL) * abrégé; figures 3,4 * * colonne 5, ligne 24 - ligne 34; figure 2 * ---	1
A	FR-A-2 509 373 (ROLLS-ROYCE LTD.) * page 4, ligne 5 - ligne 14; figure 2 * ---	2
A	GB-A-2 183 296 (MTU MOTOREN -UND-TURBINEN-UNION GMBH) * page 3, ligne 99 - page 4, ligne 9; figures 5,6 * ---	3-4
A	CH-A-342 040 (CANADIAN PATENTS AND DEVELOPMENT LTD.) * page 2, ligne 36 - ligne 59; figures 4-6 * ---	1
A	DE-A-1 426 818 (LITENTIA PATENTS-VERWALTUNGS-GMBH) ---	
A	GB-A-2 169 962 (ROLLS-ROYCE LTD.) -----	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		F01D
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
05 AOUT 1992		CRIADO Y JIMENEZ, F.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général 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		