

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 764 765 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
26.03.1997 Bulletin 1997/13

(51) Int Cl.⁶: **F01D 5/26**

(21) Numéro de dépôt: **96401990.5**

(22) Date de dépôt: **19.09.1996**

(84) Etats contractants désignés:
FR GB

(30) Priorité: **21.09.1995 FR 9511080**

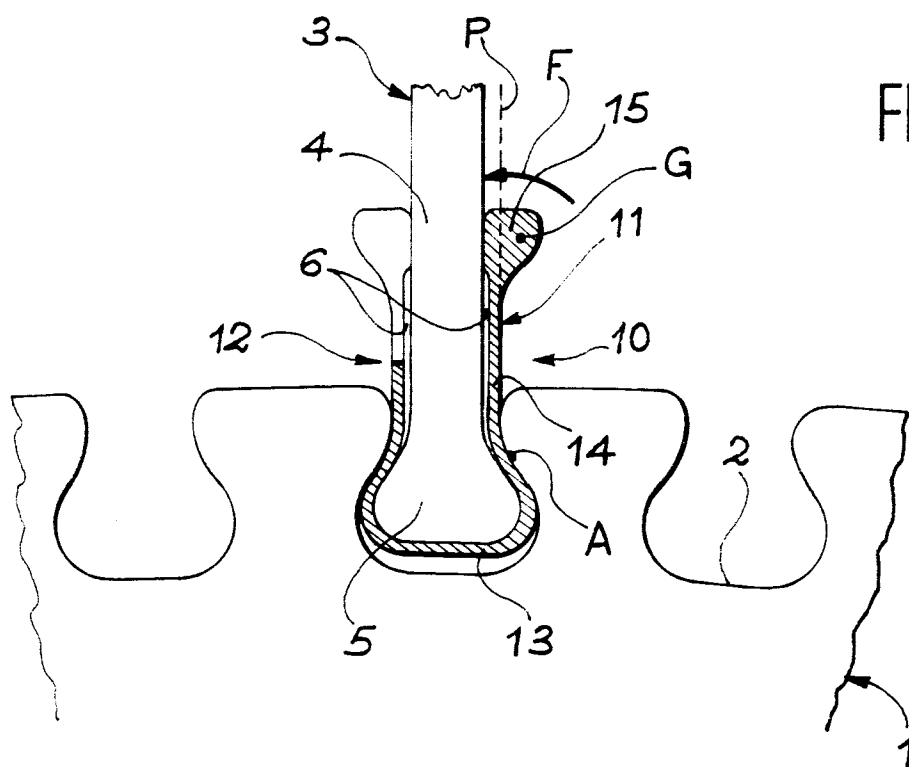
(71) Demandeur: **SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION, "S.N.E.C.M.A." F-75015 Paris (FR)**

(72) Inventeur: **Stenneler, Jacques 77820 Le Chatelet en Brie (FR)**

(54) Agencement amortissant pour des aubes de rotor

(57) Agencement amortissant pour des aubes (3) munies d'échasses (4, 5) engagées dans des alvéoles d'un disque de rotor (1). On ajoute des éléments amortissants (10) comprenant une partie (11, 12) s'étendant le long des flancs (6) des échasses (4) et comprenant

une partie (15) appuyée contre eux. Les vibrations de battement des aubes (3) sont amorties par ces éléments, qui sont utilisables sur des aubes lisses, dépourvues de plate-forme telles que de grandes aubes de soufflante. Application aux turbomachines.



EP 0 764 765 A1

Description

L'invention ressortit à un agencement amortissant pour des aubes montées sur un disque de rotor.

Un des problèmes importants à résoudre à la conception des turbomachines est de réduire le plus les vibrations auxquelles les aubes montées sur les rotor sont soumises.

De nombreuses solutions ont été proposées, dont les plus nombreuses sont peut-être celles dont le brevet français 2 619 158 donne une illustration : des masselottes sont disposées entre des paires d'aubes voisines, sous des plates-formes jointives de ces aubes, dont le but est de délimiter la veine d'écoulement des gaz. Quand le rotor tourne, la force centrifuge projette les masselottes contre les faces internes des plates-formes et plus précisément à mi-distance des aubes, car les faces internes des plates-formes adjacentes dessinent une voûte. Les vibrations ont pour effet essentiel de déplacer les plates-formes latéralement, ce qui exerce un frottement des plates-formes contre les masselottes, dans lequel l'énergie des vibrations se dissipe.

Le brevet français 2 669 686 illustre un autre système d'amortissement, où l'espace entre deux aubes est occupé par un élément amortissant composé de deux masses au contact des aubes et d'un ressort en lame semi-circulaire qui relie les masses. Le centre du ressort est bombé radialement vers l'extérieur et les masses arrivent presque à la surface du disque et au pied des aubes. Quand le rotor tourne, les forces centrifuges repoussent les masses vers l'extérieur, ce qui redresse le ressort puisque son centre est retenu dans une pièce de support liée au disque et aux plates-formes : le ressort écarte donc les masses l'une de l'autre et les presse contre les aubes, ce qui produit un frottement amortissant les vibrations.

Cet effet est analogue à celui qui est obtenu avec le dispositif différent de l'invention, mais il est moins facilement exploitable car le ressort est difficile à dimensionner convenablement : s'il est trop rigide, les masses ne s'écarteront pas beaucoup, et s'il est trop souple, il se déformera sans repousser suffisamment les masses. Les frottements des masses sur les aubes seront donc insuffisants dans les deux cas.

D'autres défauts de ce système ont trait à l'existence de la pièce de support du centre du ressort, qui alourdit l'agencement, et à la position des masses près du pied des aubes, qui ne vibrent que faiblement. L'effet de l'amortissement est donc peu perceptible même si le ressort fonctionne parfaitement.

Cependant, en particulier pour les soufflantes destinées aux turbomachines à grand taux de dilution et forte poussée, les procédés actuels de réalisation des aubes de grande dimension, qu'il s'agisse d'aubes creuses ou d'aubes en matériau composite, conduisent à des aubes sans plate-forme. Entre elles, la veine aérodynamique est alors assurée par des plates-formes indépendantes, directement solidaires du disque. Les so-

lutions existantes mentionnées ci-dessus pour amortir les vibrations des aubes deviennent alors inapplicables.

L'invention a pour objet un agencement amortissant destiné à des aubes de rotor éventuellement dépourvues de plate-forme intégrée. Plus précisément, l'agencement retenu comprend des éléments amortissants fixés au disque et venant s'appuyer sur les échasses. La géométrie de ces éléments est étudiée de façon que la face d'appui d'un élément sur l'échasse et le plan radial passant par le centre de gravité de l'élément soient disposés de part et d'autre du plan radial passant par la fixation de l'élément sur le disque.

Dans ces conditions, en rotation, l'action du champ centrifuge exerce un couple de rappel de l'élément vers l'échasse qui se traduit par une force de contact au niveau de la face d'appui de l'élément sur l'échasse.

Les déplacements de l'échasse, induits par les vibrations de l'aube, conduisent alors à un phénomène de frottement relatif assurant la dissipation de l'énergie vibratoire de l'aube.

Plusieurs réalisations assez différentes peuvent être proposées, dont on fera la description détaillée ci-dessous. Généralement, il est possible d'adapter les éléments amortissants pour leur adjoindre une plate-forme délimitant la veine d'écoulement des gaz, ou pour leur permettre de porter une telle plate-forme sous forme d'un élément séparé. Ces plates-formes remplacent celles qui sont intégrées aux aubes dans les conceptions traditionnelles.

L'invention va maintenant être décrite en détail à l'aide des figures suivantes annexées à titre illustratif et non limitatif :

- * la figure 1A représente une première réalisation de l'invention,
- * la figure 1B représente une modification de cette réalisation,
- * la figure 2A représente une deuxième réalisation de l'invention,
- * et la figure 2B représente une modification de cette réalisation.

Les figures comprennent toutes certains éléments communs, et en particulier un disque 1 de rotor, des alvéoles 2 parallèles et creusés à la surface du disque 1, et des aubes 3 partiellement représentées et dont la portion de base est une échasse 4 terminée par un tenon 5 engagé dans l'alvéole 2. Comme chaque alvéole 2 se resserre autour de l'échasse 4 à la lisière du tenon, qui est plus large, ce dernier est emprisonné dans l'alvéole 2.

Dans une première conception de l'invention, l'élément amortissant 10 forme une gaine autour du tenon 5 et des flancs 6 des échasses 4, contre lesquels il se prolonge par deux languettes 11 et 12. Quand les vibrations sont produites, les flancs 6 se déforment devant les languettes 11 et 12. La partie intermédiaire 13 de l'élément amortissant 10, qui unit les languettes 11 et

12 entre elles, gaine le tenon 5 et s'appuie en partie sur la surface de l'alvéole 2. Elle est donc pincée entre le disque 1 et le tenon 5.

On a en fait représenté deux variantes de conception analogues sur la même figure : dans la moitié de droite, la languette 11 est continue le long de l'échasse 4, alors que celle 12 de la moitié de gauche est crénelée et discontinue. Les propriétés amortissantes sont analogues, voire améliorées avec la languette discontinue, à cause de sa plus faible rigidité qui lui permet de s'adapter plus facilement à la forme d'aubes 3 galbées. Dans tous les cas, les languettes 11 et 12 comprennent une partie droite 14, prolongeant la partie intermédiaire 13 vers le haut et légèrement séparée du flanc 6, et une lèvre supérieure 15 à l'extrémité de la partie droite 14, de section épaissie et qui repose contre le flanc 6. Cette lèvre supérieure 15 frotte le long du flanc 6 quand la languette 11 ou 12 qui la porte se déforme, ce qui dissipe l'énergie des vibrations en chaleur. La surface de la lèvre supérieure 15 doit être suffisamment lisse, ou du moins exécutée avec précision, pour bien reposer sur le flanc 6, mais le reste de la languette 11 ou 12 peut être fabriqué plus grossièrement.

Il est bon d'expliquer plus en détail le comportement de l'élément 10. On peut estimer que la languette 11 est articulée au disque 1 en un point A situé dans l'alvéole 2. Or le centre de gravité G de la lèvre supérieure 15 est séparé de l'échasse 4 par le plan P parallèle à cette échasse 4 et passant par le point d'articulation A. Il s'ensuit que les forces centrifuges font tourner la lèvre supérieure 15 dans le sens de la flèche F et la pressent contre l'échasse 4, ce qui garantit le contact et l'amortissement. Il faut simplement que la languette 11 soit assez flexible pour permettre cette rotation. On apprécie encore dans cette conception d'éléments amortissants 10 l'inexistence de moyens spéciaux pour les maintenir en place et la possibilité d'exercer l'amortissement sur la partie de l'échasse 4 la plus utile pour cela, en choisissant librement la longueur de la languette 11 : en général, l'amortissement devra être exercé aux ventres des modes propres de vibration, assez loin du disque 1.

Le même raisonnement s'applique aux languettes 12, ainsi qu'aux autres réalisations dont la description suit.

La figure 1B représente une variante de réalisation dans laquelle l'élément amortissant est semblable à l'élément 10 (avec des languettes continues 11), si ce n'est que les lèvres 15 sont prolongées en direction opposée à l'aube 3 par une plate-forme 21 faiblement distante d'une autre de l'élément amortissant 20 voisin pour recouvrir aussi bien que possible le disque 1 du rotor et délimiter la veine d'écoulement des gaz, en remplacement des plates-formes intégrées à d'autres catégories d'aubes, situées au même endroit et de même forme.

Les éléments amortissants 10 et 20, de même que ceux dont la description suit, peuvent être construits en métal tel que l'acier ou le titane pour résister aux efforts

centrifuges.

Une autre conception est représentée à la figure 2A, où les éléments amortissants ne s'étendent que sur un des flancs 6 de l'échasse 4. On en trouve donc deux par aube 3, et, de façon analogue à la figure 1A, on en a représenté de deux types différents qui portent les références 30 (à droite) et 31 (à gauche). C'est qu'ici aussi les languettes, ici respectivement 32 et 33, peuvent être continues ou non le long des flancs 6. Dans tous les cas, la partie intermédiaire 13 est omise et remplacée par une base 34, incurvée de côté pour la dégager de l'échasse 4 et permettre de la loger dans une rainure 35 du disque 1, adjacente à un alvéole 2 et disposée à la lisière de celui-ci, d'un côté de son ouverture. Ici encore, toute la languette 32 ou 33 ne repose pas sur le flanc 6, car la partie droite 36 qui s'étend sur la plus grande partie de la largeur de l'élément amortissant 30 ou 31 est séparée du flanc 6 par un jeu, et seule la lèvre 37 à l'opposé de la base 34 amortit les vibrations en frottant sur le flanc 6.

La base 34 est retenue dans la rainure 35 par un emboîtement qui interdit d'arracher les éléments 30 d'un mouvement dirigé vers l'extérieur et peut être réalisé en recourbant la base 34 et la rainure 35. Le point d'articulation A de la figure 1A est ici situé à la base 34, et le raisonnement précédent est encore valable car la lèvre 37 fait fléchir la languette 32 sous l'effet des forces centrifuges pour frotter sur le flanc 6 de l'aube 3.

On peut ajouter à ce dispositif des éléments de plate-forme 55 entre deux éléments amortissants 30 ou 31. Ils sont retenus entre des faces extérieures obliques 56 des éléments amortissants 30 et 31 et ne peuvent donc s'échapper vers l'extérieur quand le disque 1 tourne. Mais ils peuvent renforcer la pression des lèvres extérieures 37 sur les flancs 6.

On a représenté sur la figure 2B une modification (référéncée 40) de l'élément d'amortissement 30 : elle comprend encore un élément de plate-forme 41 semblable par ailleurs à celui (21) de la figure 1B et qui possède les mêmes avantages pour canaliser les gaz. Mais comme les éléments amortissants 40 ne sont pas autrement différents des éléments 30, aucune description supplémentaire n'est nécessaire.

Les joints à emboîtement par lesquels les éléments amortissants sont retenus dans les réalisations des figures 2A et 2B ne sont pas les seuls concevables. Un mode de fixation tout aussi intéressant implique l'emploi d'une charnière, ou d'autres éléments mécaniques de liaison tels que des vis.

Les éléments amortissants ainsi modifiés pourront recevoir des modifications de forme pour assurer que le moment de rotation qui leur est appliqué par les forces centrifuges presse toujours leur surface de frottement contre le flanc 6 de l'aube 3, malgré la transformation de leur liaison au disque 1.

Les languettes 11, 12, 32 et 33 pourraient s'appuyer sur les échasses 4 comme les lèvres extérieures 15 et 37.

Revendications

1. Agencement amortissant pour des aubes (3) munies d'échasses (4) terminées par des tenons (5) de fixation engagés dans des alvéoles (2) d'un disque (1) de rotor, caractérisé en ce qu'il comprend des éléments amortissants (10, 20, 30, 40) liés au disque et comprenant une partie (15, 37) reposant sur les échasses (4). 5
10
2. Agencement de plate-forme selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments amortissants comprennent, à partir d'un point d'articulation (A, 34) au disque (1), une languette (11, 32) flexible s'étendant devant les échasses (4) et une lèvre (15, 37) reposant sur les échasses. 15
3. Agencement de plate-forme selon la revendication 2, caractérisé en ce que la lèvre a un centre de gravité (G) séparé de l'échasse par un plan (P) parallèle à l'échasse et passant par le point d'articulation (A). 20
4. Agencement amortissant selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments amortissants (10, 20) sont retenus dans les alvéoles (2), entre le disque (1) et les aubes (3). 25
5. Agencement amortissant selon la revendication 4, caractérisé en ce que les éléments amortissants (10, 20) entourent les tenons de fixation et reposent sur les deux côtés des échasses. 30
6. Agencement amortissant selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments amortissants (30, 40) sont retenus par des bords (34) dans des rainures (35) du disque. 35
7. Agencement amortissant selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments amortissants sont fixés au disque. 40
8. Agencement amortissant selon la revendication 1, caractérisé en ce que certains au moins des éléments amortissants comprennent une partie de plate-forme intégrée (21, 41). 45
9. Agencement amortissant selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend des éléments de plate-forme (55) assemblés aux éléments amortissants. 50

55

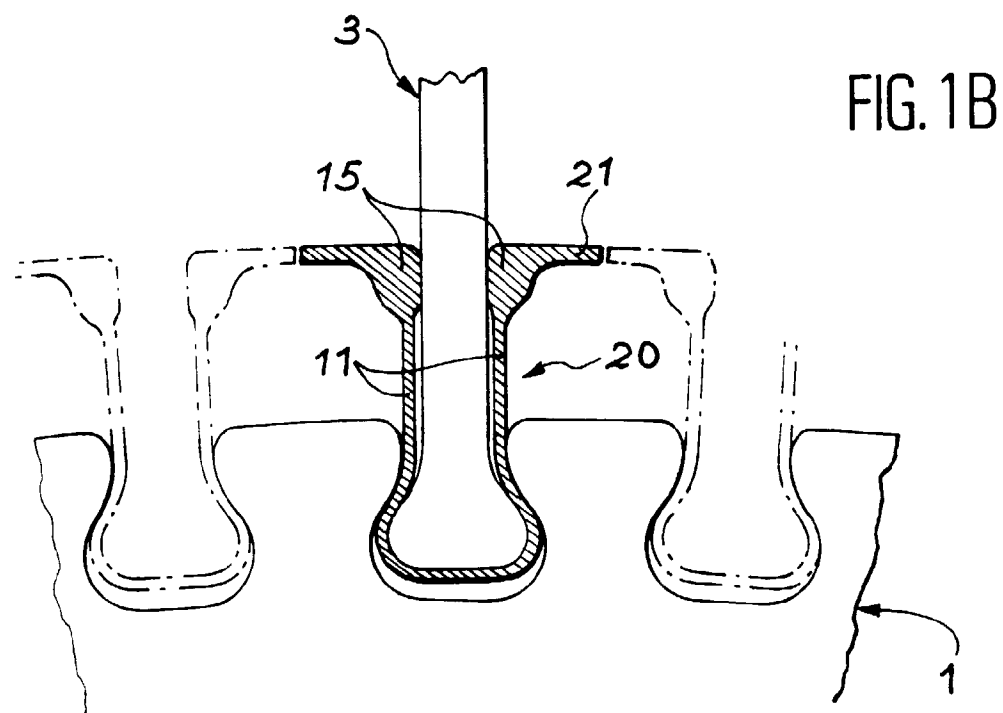
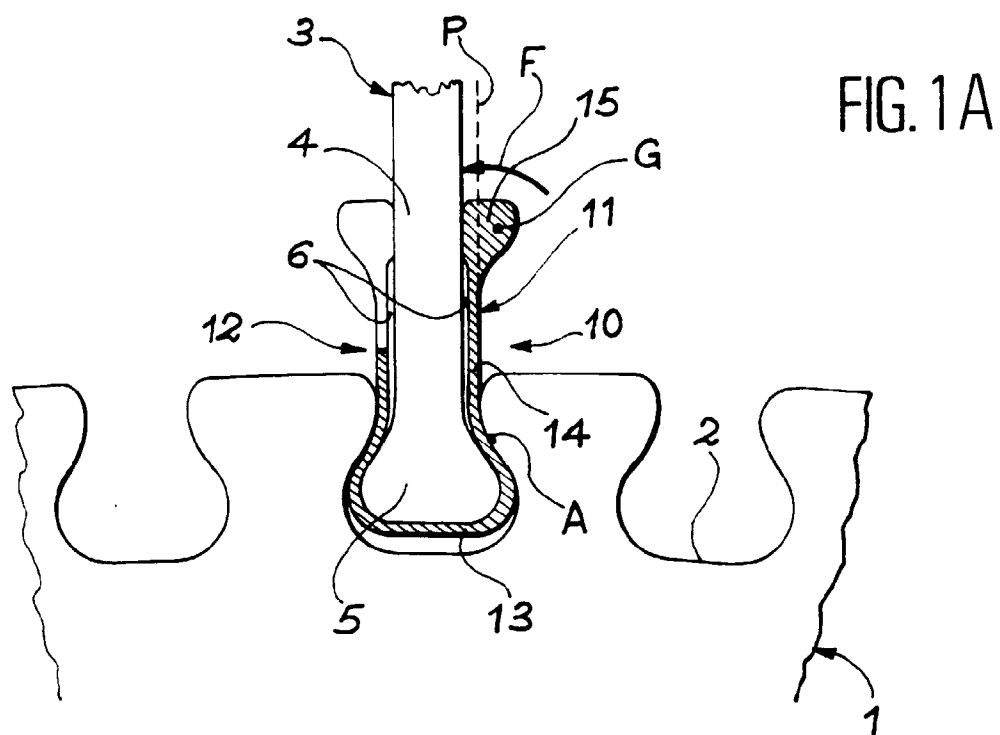


FIG. 2A

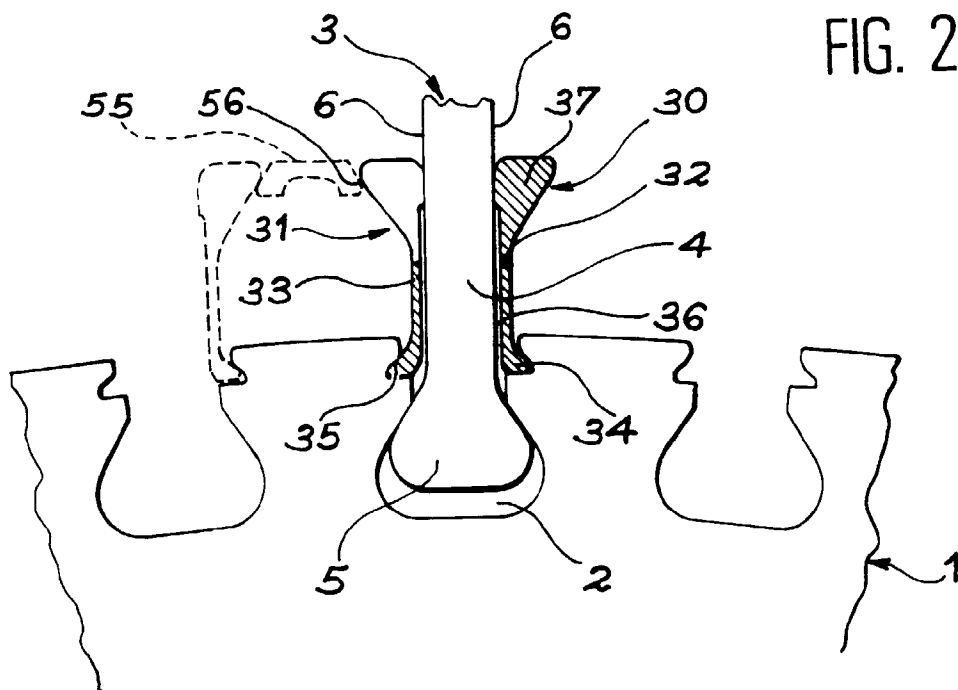
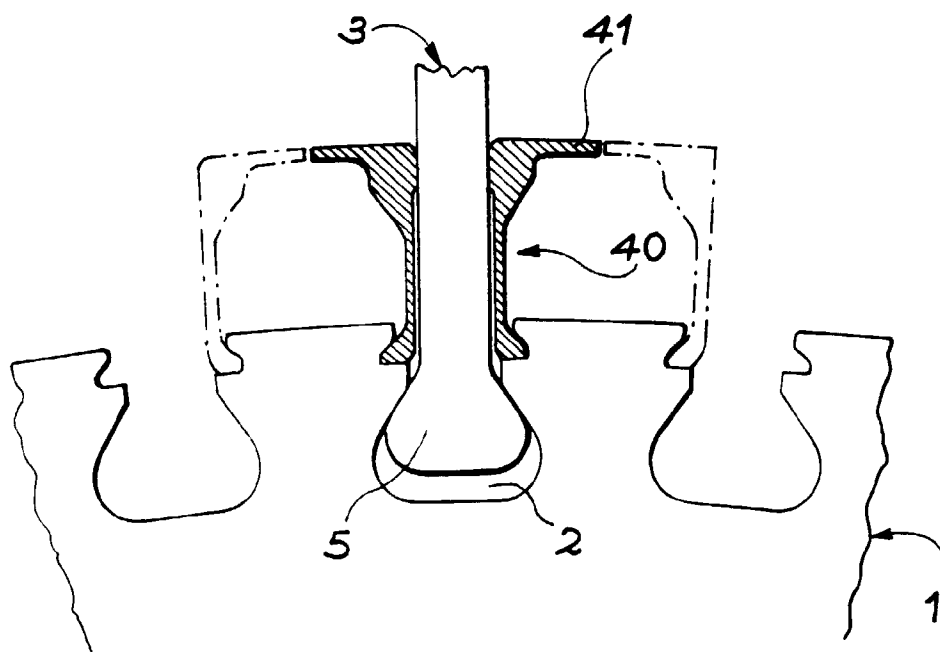


FIG. 2B





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 40 1990

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X,D	FR-A-2 669 686 (SOCIETE NATIONAL D' ETUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D' AVIATION)	1,2,7,9	F01D5/26
Y	* figures 2-5 *	3,6	

Y	EP-A-0 089 272 (SOCIETE NATIONAL D' ETUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D' AVIATION)	3,6	
	* abrégé *		

X	US-A-5 205 713 (SZPUNAR ET AL)	1,4,6,7	
	* figures 1,2,5 *		

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		12 Décembre 1996	Argentini, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arriere-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 01/82 (P04C02)