

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 85402051.8

51 Int. Cl.⁴: **B 22 D 25/00**
F 01 D 11/08

22 Date de dépôt: 23.10.85

30 Priorité: 30.10.84 FR 8416535

43 Date de publication de la demande:
14.05.86 Bulletin 86/20

84 Etats contractants désignés:
DE FR GB IT SE

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

72 Inventeur: Lardellier, Alain Marie
1, Rue Augereau
F-77000 - Melun(FR)

74 Mandataire: Moinat, François
S.N.E.C.M.A. Service des Brevets Boîte Postale 81
F-91003 Evry Cedex(FR)

54 Procédé de fabrication d'un anneau de turbine en céramique intégré à un support métallique annulaire.

57 Après moulage en forme, un élément céramique (1) est placé dans la cavité annulaire (9) d'un moule de coulée (8) dans lequel est réalisée une coulée par centrifugation d'un matériau métallique, permettant d'obtenir après démoulage et usinage une pièce (10) utilisable comme anneau de turbine et constituée d'un élément céramique annulaire (1) fretté dans un support métallique annulaire (11).

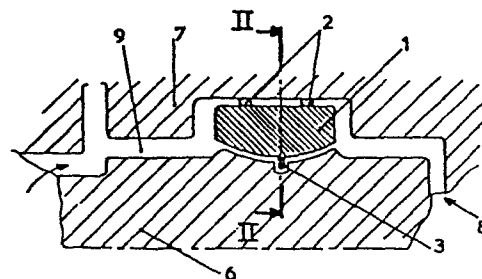


FIG. 1

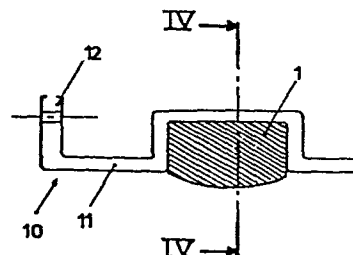


FIG. 3

L'invention concerne un procédé de fabrication applicable notamment aux anneaux de turbine composés d'un élément céramique intégré à un support métallique annulaire.

5 Les avantages de l'utilisation de matériaux céramiques pour constituer des anneaux d'étanchéité de stator de turbine disposés au regard du rotor d'un étage de la turbine sont bien connus. La faible conductivité thermique de ces matériaux leur procure en effet une efficacité
10 remarquable en tant que barrière thermique et leur utilisation permet ainsi de définir des éléments de stator, en particulier des carters, répondant plus facilement aux autres exigences de leur fonction, à moindre coût et avec une mise en oeuvre facilitée. La bonne résistance des
15 matériaux céramiques aux températures élevées permet notamment de réduire ou dans certains cas de supprimer tout refroidissement et de réduire ainsi le débit d'air de ventilation, ce qui permet des gains en rendement appréciables. Ces matériaux présentent également notamment des
20 propriétés de résistance à la corrosion à chaud qui sont avantageuses pour leur utilisation dans les anneaux de turbine.

Par contre, l'extension de l'utilisation des matériaux
25 céramiques pour des anneaux de turbine a été freinée par diverses contraintes tenant à des difficultés de mise en oeuvre de ce type de solution dans ces applications. En particulier, les matériaux céramiques, surtout lorsqu'il s'agit de matériaux du type massiques, compacts, ont une
30 mauvaise tenue lorsqu'ils sont soumis à des efforts de traction. Par ailleurs, leur faible coefficient de dilatation thermique provoque des défauts sérieux en

fonctionnement au niveau de leurs liaisons sur des supports métalliques. Plusieurs solutions ont tenté de résoudre ces problèmes.

5 FR-A-2 371 575 décrit ainsi un anneau de turbine dans lequel un anneau céramique est constitué par la juxtaposition de segments. Ce type de solution impose un mode de fabrication et de montage relativement compliqué et coûteux. Par ailleurs, les discontinuités inévitables, au
10 niveau des bords accouplés des segments, sont préjudiciables à un bon écoulement des gaz.

Un perfectionnement décrit par FR-A-2 540 938 prévoit de fixer élastiquement les segments en céramique à un anneau
15 par une vis dont la tête transmet au segment une force axifuge qui l'applique contre l'anneau.

FR-A-2 559 634 prévoit d'utiliser un anneau en céramique d'une seule pièce, ce qui permet d'éviter quelques-uns des
20 inconvénients mentionnés ci-dessus. Le mode de montage proposé dans ce cas, au moyen d'un support annulaire en matériau céramique bobiné, permet une mise en précontrainte de compression de l'anneau céramique mais n'est pas toutefois entièrement satisfaisant dans toutes les
25 applications.

Le procédé de fabrication, selon l'invention, d'un anneau de turbine en céramique permet d'éviter les inconvénients notés ci-dessus et évite également l'utilisation d'un
30 anneau supplémentaire en matériau céramique bobiné, ce qui rend cette solution plus complexe et impose également l'utilisation des moyens de liaison entre l'anneau céramique et son support annulaire, tels que des vis et des inserts.

Le procédé de fabrication selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- 5 a) une opération de moulage en forme d'un élément
céramique,
- 10 b) la mise en place de l'élément céramique obtenu en a)
dans la cavité annulaire d'un outillage qui constitue
un moule de coulée,
- 15 c) une coulée par centrifugation d'un matériau métallique
dans la cavité dudit moule qui est entraîné en rotation
jusqu'à la fin de la solidification,
- 20 d) un démoulage de la pièce obtenue en c) par démontage
dudit moule,
- e) un usinage de la pièce obtenue en d),
- 25 de manière à ce que la pièce obtenue soit utilisable comme
anneau de turbine constitué d'un élément céramique annu-
laire fretté dans un support métallique annulaire.
- D'autres caractéristiques et avantages de l'invention
30 seront mieux compris à l'aide de la description ci-après,
en se référant aux dessins annexés dans lesquels :
- la figure 1 représente, selon une vue partielle et
schématique en coupe, une étape du procédé de fa-
35 brication d'un anneau de turbine selon l'invention
dans laquelle un élément céramique est placé dans
un outillage constituant un moule de coulée,
- la figure 2 représente une vue en coupe selon II-II
35 du dispositif de la figure 1,

- la figure 3 représente, selon une vue en section par un plan contenant son axe géométrique, un anneau de turbine obtenu par le procédé conforme à l'invention,
- 5 - la figure 4 représente une vue en coupe selon IV-IV de l'anneau de turbine de la figure 3,
- la figure 5 représente, selon une vue en section par un plan contenant son axe géométrique, une variante d'anneau de turbine obtenu par le procédé
- 10 conforme à l'invention,
- la figure 6 représente une vue partielle en coupe selon VI-VI de la figure 5.
- la figure 7 représente, selon une vue en perspective avec coupe, un secteur d'anneau de turbine
- 15 également obtenu par le procédé conforme à l'invention.

Le procédé selon l'invention vise à réaliser un anneau de turbine en céramique intégré à un support métallique annulaire. La première étape du processus consiste en une

20 opération de moulage en forme d'un élément en céramique tel que 1 visible sur les figures 1 et 2 représentant une étape ultérieure du procédé. Cette opération de moulage ne fait appel qu'à des méthodes connues couramment utilisées

25 pour obtenir des éléments céramiques moulés. Cet élément céramique 1 peut constituer un anneau monobloc continu, comme représenté sur les figures 1 et 2 et il comporte sur son diamètre externe et sur son diamètre interne des picots 2 et 3 obtenus lors de l'opération de moulage.

30 Selon la définition de l'anneau de turbine qui a été retenue, les éléments céramiques obtenus par moulage peuvent également se présenter sous forme de segments ou blocs séparés, susceptibles d'être assemblés pour former un anneau. De tels segments la sont représentés à la

35 figure 4. En dehors des picots 2 et 3 présents sur les

surfaces externes de l'élément céramique 1, un élément céramique peut être du type représenté aux figures 5 et 6 tel que 1b et comporter sur le diamètre externe des ancrages tels que 4 et éventuellement également sur les 5 flancs de l'élément céramique des ancrages tels que 5. Ces ancrages 4 ou 5 peuvent ou non être annulaires et présenter toute forme compatible avec leur mode d'obtention par moulage. Ces détails d'ancrages peuvent aussi être appliqués sur l'anneau continu du type représenté aux 10 figures 1 et 2.

Cet élément céramique 1 ainsi obtenu et défini, en anneau ou en segments, est ensuite mis en place entre une partie interne 6 et une partie externe 7 d'un outillage 8 entre 15 lesquelles est ménagée une cavité annulaire 9, cet outillage 8 constituant un moule de coulée. Les picots 2 et 3 mentionnés ci-dessus sont utilisés pour le positionnement et le maintien en place de l'élément céramique 1 dans la cavité annulaire 9.

20

On procède ensuite à une opération de coulée par centrifugation en respectant les précautions propres à cette méthode connue de coulée. Le métal en fusion est introduit dans l'outillage 8 qui, pendant ce temps, est entraîné en 25 rotation autour de son axe. La cavité annulaire 9 est remplie par le métal en fusion et l'outillage 8 est maintenu en rotation jusqu'à la solidification complète du métal.

30 Le démoulage de la pièce obtenue est ensuite effectué par démontage du moule de coulée 8. Des usinages complémentaires sont habituellement nécessaires pour obtenir une pièce finie présentant des cotes précises exigées pour le montage de la pièce sur une turbine. Cette pièce finie 10 35 représentée aux figures 3 et 4 se compose ainsi d'un

élément céramique 1 maintenu à l'intérieur d'un support métallique 11 auquel cet élément céramique 1 adhère parfaitement. Le support métallique 11 comporte une, ou plusieurs, bride(s) telle que 12 utilisée pour l'assemblage de la pièce dans la turbine (voir figure 3).

Le procédé selon l'invention qui vient d'être décrit permet également d'obtenir des anneaux du type représenté à la figure 7 qui présente un secteur d'un tel anneau dans lequel des pavés en matériau céramique 13 sont "emprisonnés" dans une matrice métallique 14 qui a été obtenue par l'opération de coulée par centrifugation, ces pavés pouvant présenter toutes formes particulières, dont un exemple est représenté à la figure 7 et qui permettent leur "emprisonnement".

Parmi les avantages obtenus par le procédé conforme à l'invention, on doit noter qu'au cours de la solidification complète du métal qui suit la coulée proprement dite, le matériau métallique exerce une mise en compression de l'élément céramique 1. Il en résulte une précontrainte de compression de la céramique qui peut être faible, voire s'annuler en fonctionnement, lors de l'utilisation de l'anneau après montage sur une turbine, mais en aucun cas il n'apparaît d'effort de traction du support métallique sur la céramique, ce qui serait gravement préjudiciable à une bonne tenue en service de l'élément céramique.

On notera qu'un type de céramique le mieux adapté aux conditions d'utilisation prévues peut être choisi pour la fabrication de l'élément céramique 1. En particulier, une céramique homogène ou composite peut être utilisée.

Diverses variantes dont les détails de réalisation sont

immédiatement à la portée de l'homme du métier s'inscrit également dans l'objet de l'invention. Ainsi les picots 2 ou 3 destinés au maintien de l'élément céramique 1 entre les deux parties 6 et 7 de l'outillage 8 avant et 5 pendant l'opération de coulée du métal peuvent être remplacés par des entretoises rapportées. De même, le logement annulaire de l'élément céramique 1 dans le support métallique 11 peut avoir toute forme de section, rectangulaire ou trapézoïdale ou autre. Par ailleurs, la pièce 10 annulaire 10 obtenue avant montage sur une turbine peut également être segmentée par sciage.

15

20

25

30

35

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un anneau de turbine en
céramique intégré à un support métallique annulaire
5 caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- a) une opération de moulage en forme d'un élément
céramique (1 ; la ; lb)
 - 10 b) la mise en place de l'élément céramique (1 ; la ; lb)
obtenu en a) dans la cavité annulaire (9) d'un
outillage (8) qui constitue un moule de coulée
 - c) une coulée par centrifugation d'un matériau métallique
15 dans la cavité (9) dudit moule (8) qui est entraîné en
rotation jusqu'à la fin de la solidification
 - d) un démoulage de la pièce (10) obtenue en c) par
démontage dudit moule (8)
 - 20 e) un usinage de la pièce (10) obtenue en d)
- de manière à ce que la pièce (10) obtenue est utilisable
comme anneau de turbine constitué d'un élément céramique
25 annulaire (1 ; la ; lb) fretté dans un support métallique
annulaire (11).

2. Procédé de fabrication d'un anneau de turbine selon la
30 revendication 1, caractérisé en ce que dans l'étape a)
l'élément céramique (1 ; la ; lb) obtenu est constitué
d'une céramique homogène.

3. Procédé de fabrication d'un anneau de turbine selon la
35 revendication 1, caractérisé en ce que dans l'étape a)

l'élément céramique (1 ; 1a ; 1b) obtenu est constitué d'une céramique composite.

4. Procédé de fabrication d'un anneau de turbine selon
5 l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que dans les étapes b) et c), l'élément céramique (1 ; 1a ; 1b) est maintenu en position dans l'outillage (8) au moyen d'entretoises en céramique.

10 5. Procédé de fabrication d'un anneau de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'élément céramique (1 ; 1a ; 1b) obtenu par l'étape a) comporte des picots (2, 3) destinés lors des étapes b) et c) à maintenir l'élément céramique (1 ; 1a ;
15 1b) en position dans l'outillage (8).

6. Procédé de fabrication d'un anneau de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'élément céramique est constitué d'un anneau
20 monobloc.

7. Procédé de fabrication d'un anneau de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'élément céramique (1a) est constitué de segments
25 disposés en anneau dans l'étape b).

8. Procédé de fabrication d'un anneau de turbine selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément céramique (1b) obtenu en a)
30 comporte des ancrages (4 ; 5) de type femelle qui se remplissent de matériau métallique dans l'étape c) de manière à constituer à partir de là un "emprisonnement" de l'élément céramique dans le support annulaire métallique.

35 9. Procédé de fabrication d'un anneau de turbine selon la

revendication 8, caractérisé en ce que lesdits ancrages (4 ; 5) sont constitués sur le diamètre externe et sur les flancs de l'élément céramique.

5 10. Procédé de fabrication d'un anneau de turbine selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape c) est une coulée sous vide.

11. Procédé de fabrication d'un anneau de turbine selon 10 l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'étape c) est une coulée sous atmosphère protectrice.

12. Procédé de fabrication d'un anneau de turbine selon 15 l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'usinage dans l'étape e) comporte une segmentation par sciage de la pièce annulaire (10) obtenue.

20

25

30

35

1/1

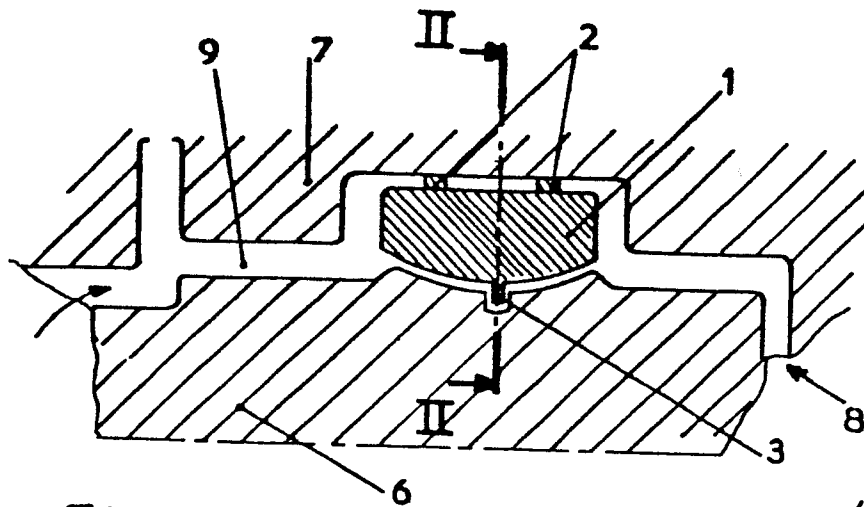


FIG. 1

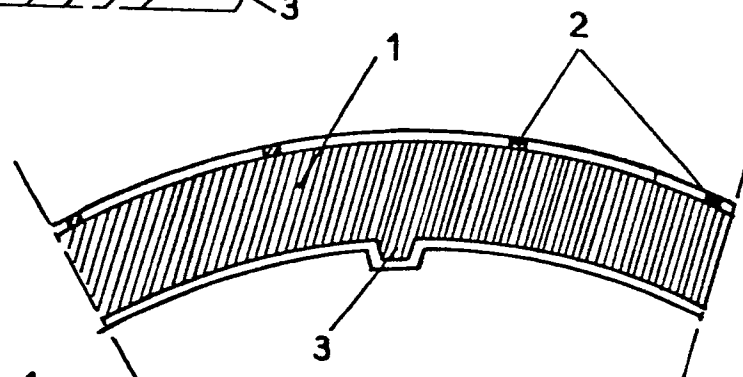


FIG. 2

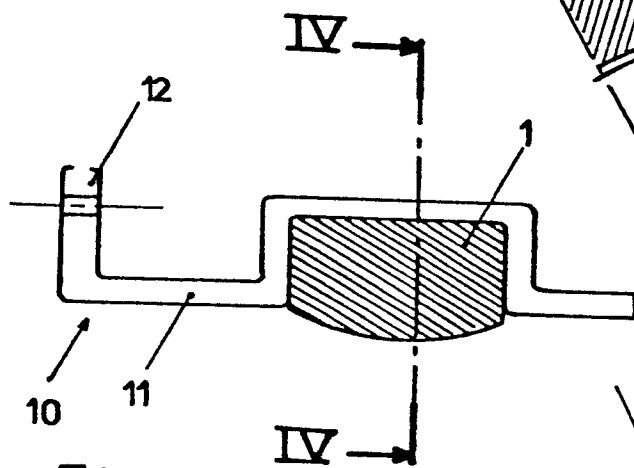


FIG. 3

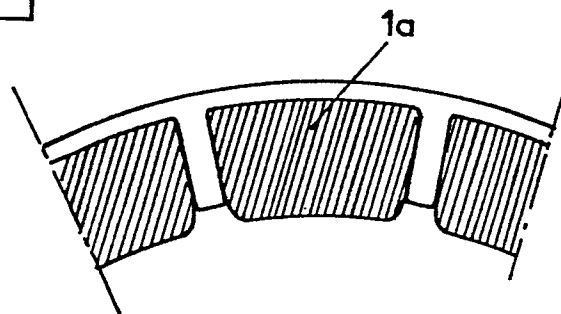


FIG. 4

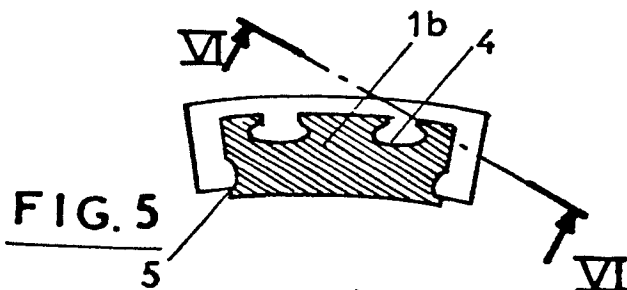


FIG. 5

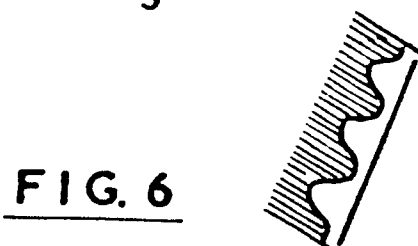


FIG. 6

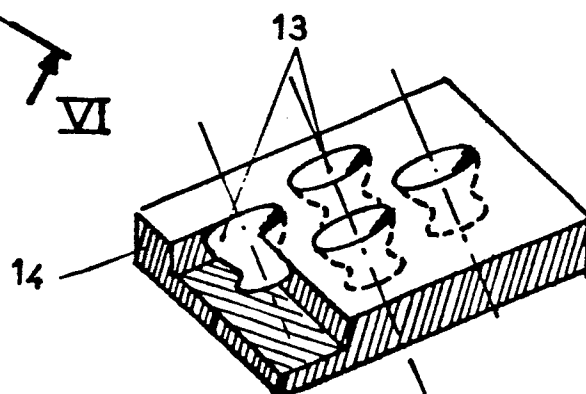


FIG. 7



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0181255

Numero de la demande

EP 85 40 2051

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. 4)
A	FR-A-2 540 939 (S.N.E.C.M.A.)		B 22 D 25/00 F 01 D 11/08
A	--- NL-A-7 216 110 (R.N. PENNY) & FR - A - 2 164 215		
A,D	--- FR-A-2 540 938 (S.N.E.C.M.A.)		
A	--- US-A-4 087 199 (M.C. HEMSWORTH et al.) & FR - A - 2 371 575 (Cat. D) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			B 22 D F 01 D C 04 B
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 12-12-1985	Examineur STEIN K.K.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	