(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 748 158 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
31.01.2007 Bulletin 2007/05

(51) Int Cl.:
F01D 17/16 *(2006.01)* ***F02B 37/24*** *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **06117010.6**

(22) Date de dépôt: **12.07.2006**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(30) Priorité: **27.07.2005 FR 0508000**

(71) Demandeur: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeur: **BOURU, Michel**
77950, MONTEREAU SUR LE JARD (FR)

(74) Mandataire: **Boura, Olivier et al**
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(54) **Douille pour pivot d'aube à angle de calage variable pour turbomachine**

(57) Douille (200) pour pivot d'aube à angle de calage variable de turbomachine, la douille étant destinée à être montée dans un évidement d'un anneau (24) de la turbomachine de forme sensiblement complémentaire à celle de la douille, la douille comportant un corps (202) sensiblement tubulaire ayant un axe longitudinal (Z-Z) et au moins trois branches (206) s'étendant radialement vers l'extérieur par rapport à l'axe longitudinal (Z-Z) du corps tubulaire et axialement sur toute la hauteur dudit corps tubulaire, lesdites branches étant réparties de façon sensiblement équidistante sur la circonférence du corps tubulaire.

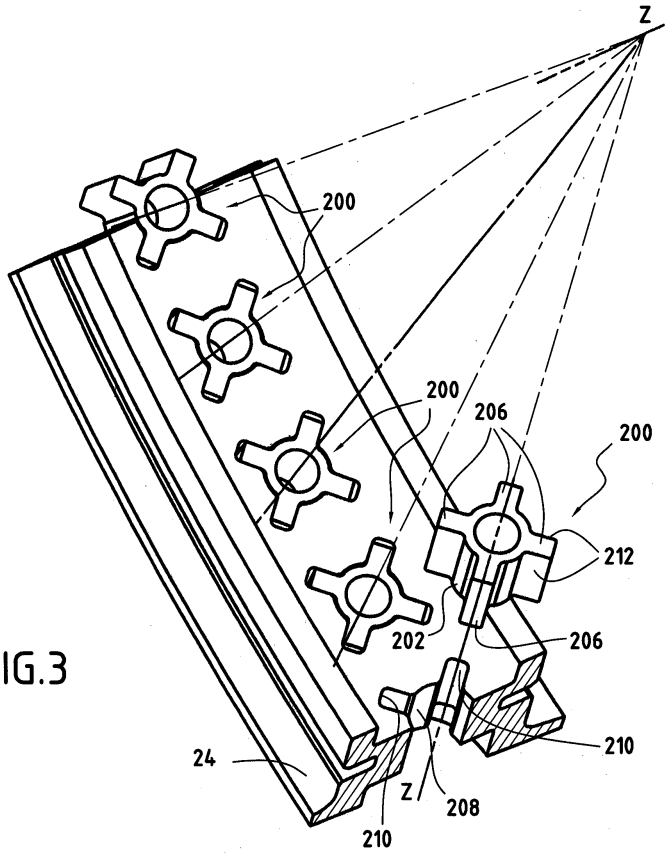


FIG.3

EP 1 748 158 A1

Description

Arrière-plan de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général des aubes à angle de calage variable pour turbomachine, et plus particulièrement aux douilles pour les pivots de guidage de ces aubes.

[0002] Le compresseur à haute pression d'une turbomachine à turbine à gaz se compose typiquement de plusieurs étages circulaires d'aubes dont l'orientation peut être réglée afin de modifier les caractéristiques d'écoulement des gaz selon les régimes de fonctionnement de la turbomachine. Ces aubes sont appelées aubes à angle de calage variable.

[0003] Les aubes à angle de calage variable d'un même étage comportent chacune un pivot de commande en tête et un pivot de guidage en pied. Le pivot de commande traverse une enveloppe de stator de la turbomachine et coopère avec un organe de commande. A partir d'une action sur cet organe de commande, il est possible de modifier l'orientation des aubes de l'étage concerné. Quant au pivot de guidage des aubes, il est mobile dans une douille montée dans un évidement correspondant d'un anneau intérieur de la turbomachine centré sur l'axe longitudinal de cette dernière.

[0004] Lors du montage des aubes sur l'anneau intérieur, il est important d'assurer un centrage optimum des pivots de guidage des aubes. Ce centrage est obtenu en faisant en sorte que les douilles et les évidements de l'anneau intérieur dans lesquels sont montées les douilles soient parfaitement concentriques. La qualité de ce centrage des aubes doit par ailleurs être maintenue quelle que soit la phase de fonctionnement de la turbomachine. Or, les montages connus de douilles sur l'anneau intérieur ne comportent aucun aménagement particulier pour assurer le maintien de la qualité de centrage. Le centrage des pivots de guidage des aubes a donc tendance à perdre de son efficacité en fonctionnement, notamment lorsque les douilles de support pivotant et l'anneau intérieur sont réalisés dans des matériaux ayant des coefficients de dilatation thermique différents.

Objet et résumé de l'invention

[0005] La présente invention a donc pour but principal de pallier de tels inconvénients en proposant une douille apte à assurer une qualité permanente de centrage des pivots de guidage des aubes, quelle que soit la phase de fonctionnement de la turbomachine et indépendamment des matériaux utilisés pour réaliser la douille et l'anneau intérieur dans laquelle celle-ci est montée.

[0006] A cet effet, il est prévu une douille pour pivot d'aube à angle de calage variable de turbomachine, la douille étant destinée à être montée dans un évidement d'un anneau de la turbomachine de forme sensiblement complémentaire à celle de la douille, la douille comportant un corps sensiblement tubulaire ayant un axe longitudinal destiné à recevoir un pivot d'une aube à angle de calage variable, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre au moins trois branches s'étendant radialement vers l'extérieur par rapport à l'axe longitudinal du corps tubulaire et axialement sur toute la hauteur dudit corps tubulaire, lesdites branches étant réparties de façon sensiblement équidistante sur la circonférence du corps tubulaire.

[0007] L'utilisation de ces branches réparties de façon équidistante sur la circonférence du corps tubulaire de la douille permet d'assurer un centrage de la douille quelle que soit la température de fonctionnement et quels que soient les matériaux utilisés pour réaliser la douille et l'anneau intérieur.

[0008] Selon un mode de réalisation de l'invention, chaque branche présente une section transversale sensiblement rectangulaire. De préférence, chaque branche présente en outre des parois sensiblement parallèles par rapport à un plan de symétrie longitudinale de la branche.

[0009] Selon un autre mode de réalisation de l'invention, chaque branche se présente sous la forme d'une branche tubulaire de section transversale sensiblement ovale. Les parois de ces branches peuvent être déformables, chaque paroi des branches étant alors destinée à venir s'appliquer contre des parois de l'évidement de l'anneau dans lequel la douille est destinée à être montée.

[0010] Selon encore un autre mode de réalisation de l'invention, chaque branche est munie de deux languettes déformables s'étendant selon l'axe longitudinal du corps tubulaire, chaque languette étant destinée à venir se rabattre contre des parois de l'évidement de l'anneau dans lequel la douille est destinée à être montée.

[0011] Quel que soit le mode de réalisation, la douille comporte avantageusement au moins quatre branches réparties de façon sensiblement équidistante sur la circonférence du corps tubulaire.

[0012] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, la douille peut être réalisée dans un matériau ayant un coefficient de dilatation thermique différent de celui de l'anneau dans lequel elle est destinée à être montée.

[0013] L'invention a également pour objet un anneau de turbomachine comportant une pluralité d'évidements destinés chacun à recevoir le pivot de guidage d'une aube à angle de calage variable, l'anneau comportant en outre une pluralité de douilles telles que définies précédemment.

Brève description des dessins

[0014] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est une vue en coupe d'une douille selon

l'invention dans son environnement ;

- la figure 2 est une vue en perspective de la douille de la figure 1;
- la figure 3 est une vue en perspective de douilles montées sur un anneau selon une variante de réalisation de la douille de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue de face de la douille de la figure 3 ;
- la figure 5 est une vue en perspective de douilles montées sur un anneau selon une autre mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 6 est une vue de face de la douille de la figure 5 ;
- les figures 7A et 7B sont des vues partielles d'une douille montée sur un anneau selon une variante de réalisation de la douille de la figure 6 ; et
- la figure 8 est une vue de face d'une douille montée dans un anneau selon encore un autre mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée d'un mode de réalisation

[0015] En liaison avec la figure 1, les aubes 2 à angle de calage variable du compresseur haute-pression de la turbomachine sont réparties en étages circulaires centrés sur l'axe longitudinal X-X de la turbomachine et disposés entre des étages d'aubes mobiles (non représentées) qui sont fixées sur un rotor de la turbomachine.

[0016] Chaque aube 2 à angle de calage variable d'un étage circulaire s'étend selon un axe principal Y-Y qui possède une direction radiale par rapport à l'axe longitudinal X-X de la turbomachine. L'aube 2 se présente sous la forme d'une pale 4 se terminant à une extrémité radiale externe (ou tête d'aube) par un pivot de commande 6 (ou pivot supérieur) et à une extrémité radiale interne (ou pied d'aube) par un pivot de guidage 8 (ou pivot inférieur).

[0017] Le pivot de commande 6 de l'aube 2 à angle de calage variable, centré sur son axe principal Y-Y, traverse une enveloppe annulaire 10 de stator de la turbomachine et coopère avec un organe de commande de l'orientation des aubes. Plus précisément, le pivot de commande 6 des aubes 2 fait saillie radialement vers l'extérieur de l'enveloppe 10 de stator et se termine par une tête 12 sur laquelle est engagée une extrémité de bielle de commande 14 dont l'autre extrémité coopère avec un anneau de commande 16 centré sur l'axe longitudinal X-X de la turbomachine.

[0018] Les bielles 14 et l'anneau 16 de commande forment l'organe de commande de l'orientation des aubes. La rotation de l'anneau de commande 16 autour de l'axe longitudinal X-X de la turbomachine permet en effet de faire tourner les bielles de commande 14 et ainsi de modifier simultanément l'orientation de toutes les aubes 2 à calage variable d'un même étage du compresseur haute-pression.

[0019] Le pivot de guidage 8 de l'aube 2 à angle de calage variable, centré sur son axe principal Y-Y, est destiné à pivoter à l'intérieur d'une douille creuse 100.

[0020] Chaque douille 100 est montée dans un évidement 104 formé dans un anneau intérieur 24 du compresseur haute-pression de la turbomachine qui est centré sur l'axe longitudinal X-X de la turbomachine, la douille et l'évidement étant de formes sensiblement complémentaires.

[0021] Par ailleurs, comme illustré sur la figure 1, une douille supplémentaire 26 formant frette peut être montée serrée autour de chaque pivot de guidage 8 des aubes 2. Une telle douille supplémentaire 26 de forme sensiblement cylindrique vient s'interposer entre le pivot de guidage 8 des aubes et la douille 100. Elle permet ainsi d'éviter toute usure prématurée de la douille.

[0022] Comme illustré sur la figure 2, la douille 100 présente un corps sensiblement tubulaire 102 d'axe longitudinal Z-Z qui est destiné à recevoir le pivot de guidage 8 de l'aube.

[0023] Selon l'invention, afin d'assurer une parfaite concentricité entre la douille 100 et l'évidement 104 quels que soit la température de fonctionnement et les matériaux de fabrication de ces pièces, la douille 100 comporte au moins trois branches 106 (ou dents ou pattes) qui s'étendent, d'une part radialement vers l'extérieur par rapport à l'axe longitudinal Z-Z du corps tubulaire 102, et d'autre part axialement sur toute la hauteur longitudinale du corps tubulaire (figure 2). Les trois branches 106 sont par ailleurs réparties de façon sensiblement équidistante sur toute la circonférence du corps tubulaire 102 de la douille 100 (c'est-à-dire que l'angle entre deux branches adjacentes est de 120°).

[0024] Bien entendu, comme expliqué précédemment, l'évidement dans lequel est montée la douille est de forme sensiblement complémentaire à cette dernière, c'est-à-dire qu'il présente un alésage central pour le passage du corps tubulaire de la douille et trois rainures recevant chacune une branche.

[0025] La concentricité de la douille 100 dans l'évidement 104 de l'anneau intérieur 24 est ainsi assurée par au minimum trois guidages radiaux (par rapport à la direction définie par l'axe longitudinal X-X de la turbomachine) qui sont matérialisés par les trois branches 106 de la douille réparties de façon équidistante.

[0026] La douille selon l'invention et l'anneau intérieur dans lequel la douille est destinée à être montée peuvent être réalisés dans des matériaux ayant des coefficients de dilatation thermique différents. A titre d'exemple, la douille peut être réalisée en acier et l'anneau intérieur en aluminium.

[0027] On décrira maintenant différents modes de réalisation de la douille selon l'invention. Dans le mode de réalisation illustré par les figures 1 et 2, la douille comporte trois branches tandis que dans les autres modes de réalisation, la douille est munie de quatre branches. Bien entendu, dans tous ces modes de réalisation, la douille peut comporter un nombre différent de branches, à condition que ce nombre soit au moins égal à trois et que les branches répondent aux caractéristiques formu-

lées précédemment.

[0028] Selon un premier mode de réalisation de la douille selon l'invention représenté par les figures 1 à 4, chaque branche de la douille présente une section transversale sensiblement rectangulaire et comporte des parois sensiblement parallèles par rapport à un plan de symétrie longitudinale de la branche.

[0029] Ainsi, sur l'exemple de réalisation de la figure 2, la douille 100 est munie de trois branches 106, chacune ayant une section transversale rectangulaire et des parois 112 qui sont parallèles entre elles par rapport à un plan de symétrie longitudinale 114 de la branche.

[0030] Selon une variante de ce premier mode de réalisation illustrée par les figures 3 et 4, la douille 200 comporte quatre branches 206 réparties de façon équidistante sur toute la circonférence du corps tubulaire 202 (c'est-à-dire que l'angle entre deux branches adjacentes est de 90°).

[0031] Par ailleurs, chacune des quatre branches 206 de la douille 200 selon cette variante de réalisation présente une section transversale rectangulaire et des parois 212 qui sont parallèles entre elles par rapport à un plan de symétrie longitudinale (non représenté sur les figures pour des raisons de clarté).

[0032] Comme illustré sur la figure 4, la forme particulière de la douille 200 selon ce premier mode de réalisation permet d'obtenir au montage une qualité d'ajustement entre ses branches 206 et les rainures équivalentes 210 de l'évidement 204 de l'anneau intérieur 24 qui est équivalente à celle qui serait exigée pour un centrage précis classique. A titre d'exemple, ce centrage peut être de type H7g6 selon la norme définie par l'AFNOR (Association Française de Normalisation) pour l'ajustement entre deux pièces.

[0033] Par ailleurs, cette qualité d'ajustement n'est pas dégradée en fonctionnement, c'est-à-dire lorsque la température de ces deux éléments s'élève, même lorsque ces éléments sont réalisés dans des matériaux ayant des coefficients de dilatation thermique différents. Il existe également un faible jeu entre l'alésage central 208 de l'évidement 204 pour le passage du corps tubulaire 202 de la douille. A froid, ce jeu peut être de l'ordre de 0,2mm environ pour une douille ayant un corps tubulaire de 9mm de diamètre externe.

[0034] On notera les branches 106, 206 à section transversale rectangulaire des douilles 100, 200 selon ce premier mode de réalisation de l'invention assurent également une anti-rotation de la douille dans son évidement 104, 204.

[0035] Selon un second mode de réalisation de la douille selon l'invention représenté par les figures 5, 6, 7A et 7B, chaque branche se présente sous la forme d'un branche tubulaire de section transversale sensiblement ovale.

[0036] Ainsi, sur l'exemple de réalisation des figures 5 et 6, la douille 300 comporte quatre branches tubulaires 306 réparties de façon équidistante sur la circonférence du corps tubulaire 302 de la douille, chaque branche ayant une section transversale sensiblement ovale.

[0037] Comme illustré sur la figure 6, lors du montage de la douille 300 dans l'évidement 304 de l'anneau intérieur 24, il existe un faible jeu entre les rainures 310 de l'évidement et les branches tubulaires 306 de la douille. Par application d'un effort mécanique, par exemple par injection d'un fluide sous pression dans les branches tubulaires 306, les parois de ces branches viennent s'appliquer contre les parois de l'évidement de l'anneau intérieur pour combler ce jeu comme cela est représenté par les flèches sur la figure 6. Ainsi, il est possible d'assurer une parfaite concentricité entre la douille et l'évidement de l'anneau intérieur dès la montée en température de ces deux éléments.

[0038] Comme pour le premier mode de réalisation précédemment décrit, la forme particulière de la douille 300 assure également une anti-rotation de celle-ci dans son évidement 304.

[0039] Selon une variante de ce second mode de réalisation illustrée par les figures 7A et 7B, la douille 400 comporte un corps tubulaire 402 et quatre branches tubulaires 406 (une seule d'entre elles est représentée sur ces figures). Par ailleurs, chaque branche tubulaire 406 de la douille présente une section transversale sensiblement ovale et est déformable.

[0040] Plus précisément, comme représenté sur la figure 7A, la paroi définie par chaque branche tubulaire 406 de la douille 400 présente un renfoncement 416 tourné vers l'intérieur de la branche qui est destiné à faciliter le montage de la douille dans son évidement 404. Par l'intermédiaire d'un système mécanique adapté, par exemple en injectant un liquide ou un gaz à l'intérieur des branches tubulaires, il est ensuite possible de provoquer une déformation du renfoncement 416 de la paroi des branches 406 vers l'extérieur (figure 7B). De la sorte, la paroi définie par chaque branche de la douille vient épouser parfaitement les contours de l'évidement 404 dans lequel est montée la douille, assurant ainsi une parfaite concentricité entre la douille et l'évidement de l'anneau intérieur.

[0041] Selon encore un autre mode de réalisation de l'invention représenté par la figure 8, la douille 500 comporte un corps tubulaire 502 et quatre branches 506. Chaque branche 506 de la douille est par ailleurs munie de deux languettes déformables 518 s'étendant selon l'axe longitudinal (Z-Z) du corps tubulaire 502, chaque languette étant destinée à venir se rabattre contre les parois de rainures 510 de l'évidement 504 de l'anneau intérieur 24 dans lequel la douille est destinée à être montée.

Revendications

1. Douille (100, 200, 300, 400, 500) pour pivot d'aube à angle de calage variable de turbomachine, la douille étant destinée à être montée dans un évidement (104, 204, 304, 404, 504) d'un anneau (24) de

la turbomachine de forme sensiblement complémentaire à celle de la douille, la douille comportant un corps (102, 202, 302, 402, 502) sensiblement tubulaire ayant un axe longitudinal (Z-Z), **caractérisée en ce qu'**elle comporte en outre au moins trois branches (106, 206, 306, 406, 506) s'étendant radialement vers l'extérieur par rapport à l'axe longitudinal (Z-Z) du corps tubulaire et axialement sur toute la hauteur dudit corps tubulaire, lesdites branches étant réparties de façon sensiblement équidistante sur la circonférence du corps tubulaire.

2. Douille selon la revendication 1, dans laquelle chaque branche (106, 206, 306, 406, 506) présente une section transversale sensiblement rectangulaire.

3. Douille (100, 200) selon la revendication 2, dans laquelle chaque branche (106, 206) présente des parois sensiblement parallèles par rapport à un plan de symétrie longitudinale (114) de la branche.

4. Douille (300, 400) selon la revendication 1, dans laquelle chaque branche se présente sous la forme d'une branche tubulaire (306, 406) de section transversale sensiblement ovale.

5. Douille (400) selon la revendication 4, dans laquelle les parois des branches (406) sont déformables, chaque paroi des branches étant destinée à venir s'appliquer contre des parois de l'évidement (404) de l'anneau (24) dans lequel la douille (400) est destinée à être montée.

6. Douille (500) selon la revendication 1, dans laquelle chaque branche (506) est munie de deux languettes déformables (518) s'étendant selon l'axe longitudinal (Z-Z) du corps tubulaire (502), chaque languette (518, 520) étant destinée à venir se rabattre contre des parois de l'évidement (504) de l'anneau (24) dans lequel la douille (500) est destinée à être montée.

7. Douille selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle elle comporte au moins quatre branches (106, 206, 306, 406, 506) réparties de façon sensiblement équidistante sur la circonférence du corps tubulaire.

8. Douille selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle elle est réalisée dans un matériau ayant un coefficient de dilatation thermique différent de celui de l'anneau (24) dans lequel elle est destinée à être montée.

9. Anneau (24) de turbomachine comportant une pluralité d'évidements (104, 204, 304, 404, 504) destinés chacun à recevoir le pivot de guidage (8) d'une aube à angle de calage variable (2), **caractérisé en ce qu'**il comporte en outre une pluralité de douilles (100, 200, 300, 400, 500) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 montées chacune dans l'un desdits évidements.

10. Compresseur de turbomachine comportant au moins un anneau selon la revendication 9.

11. Turbomachine comportant au moins un anneau selon la revendication 9.

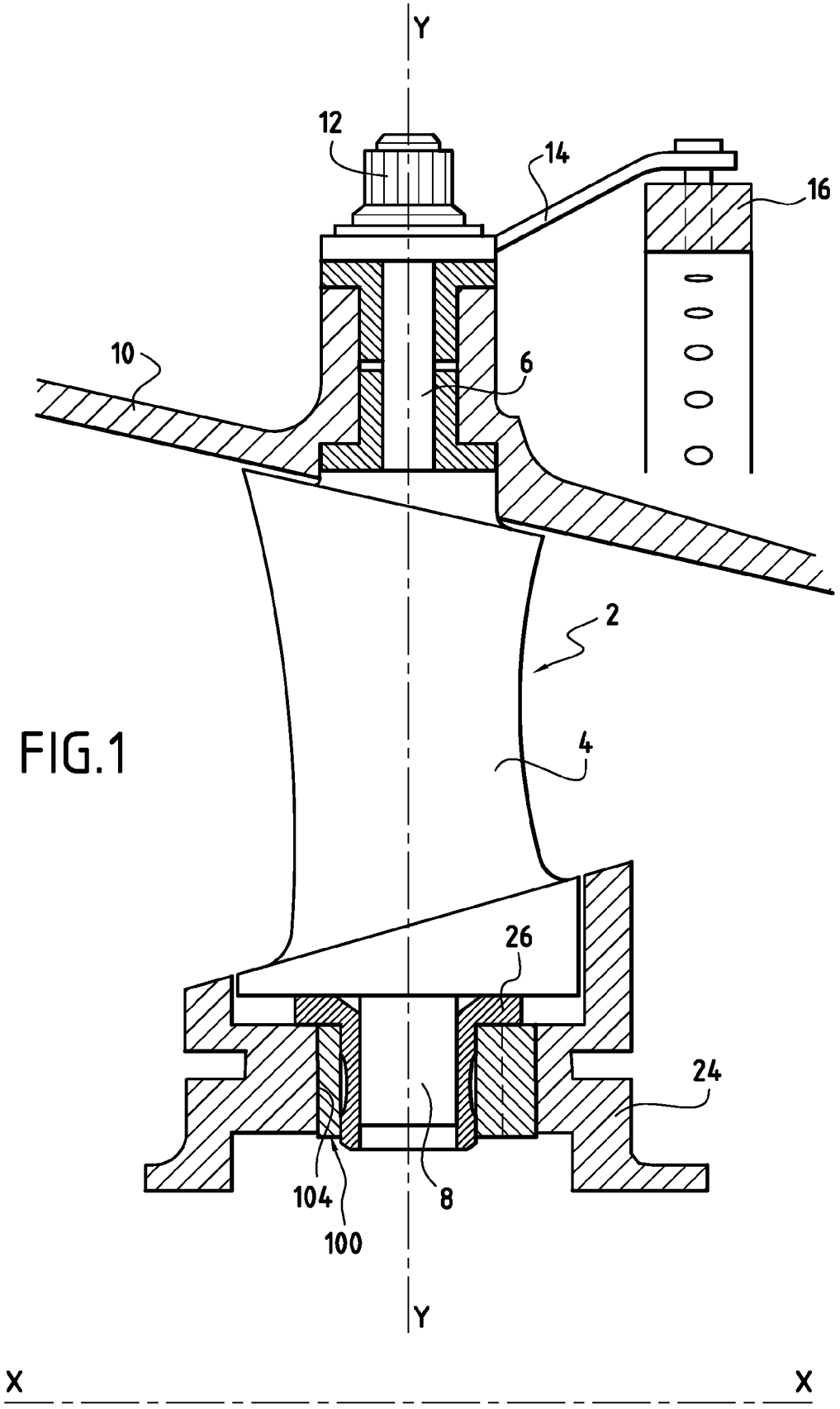


FIG.1

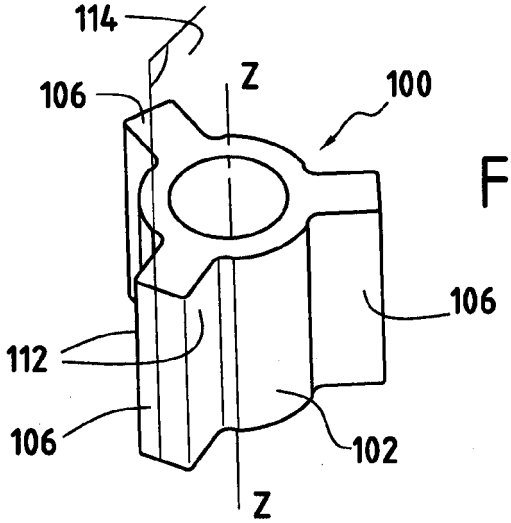

114
106
Z
100
106
112
106
102
Z

FIG.2

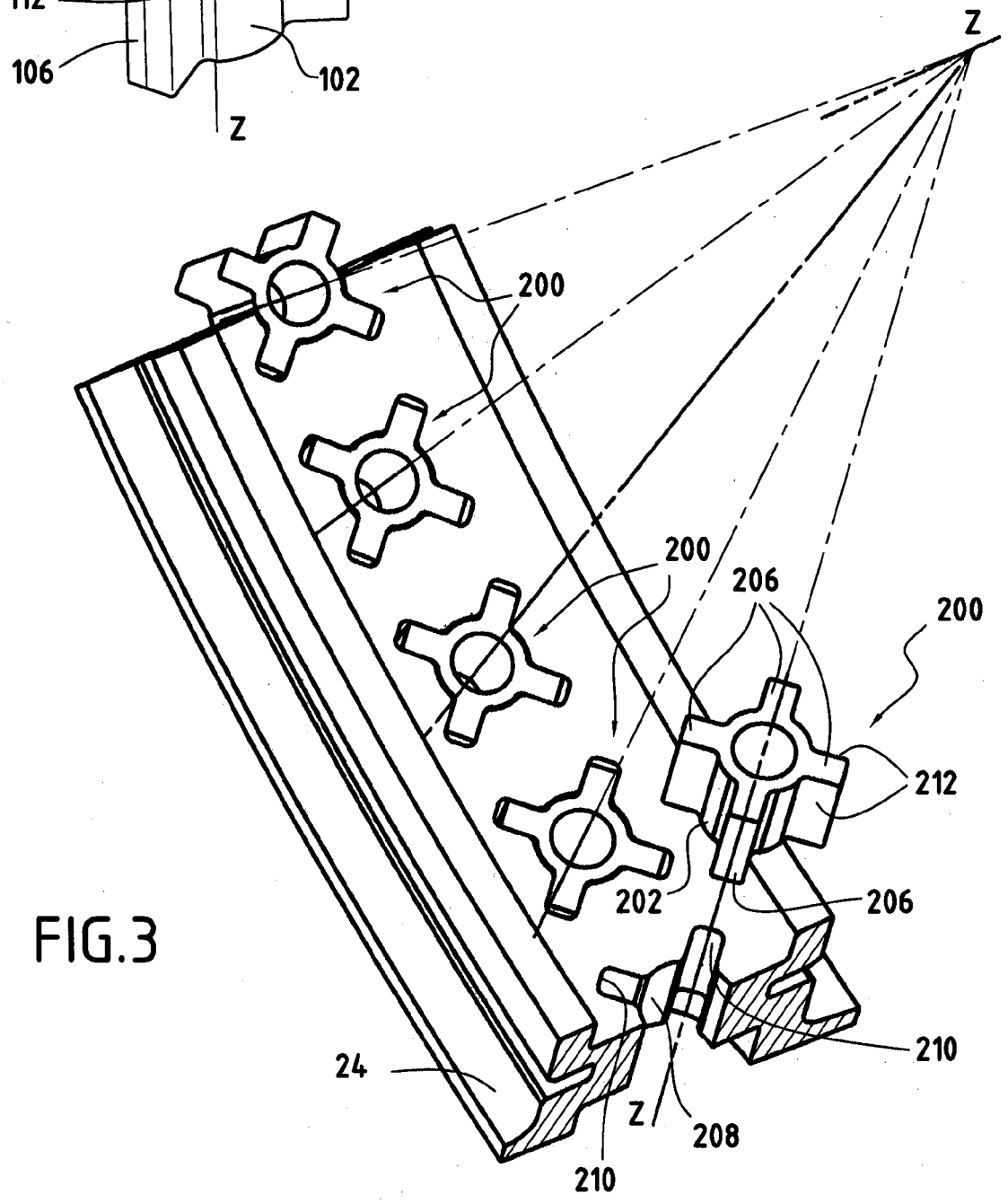

Z
200
200
206
200
212
202
206
210
24
Z
208
210

FIG.3

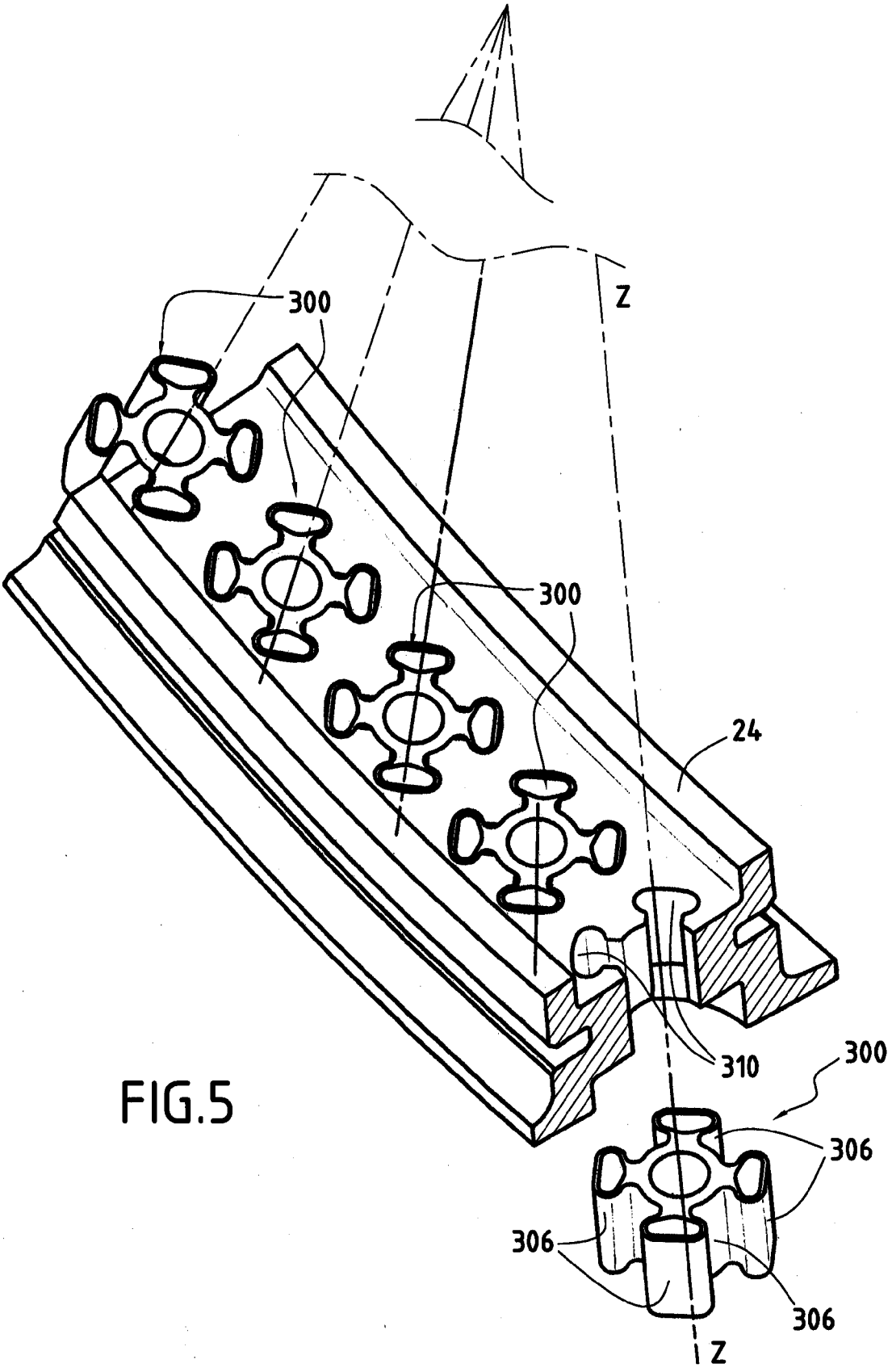


FIG.5

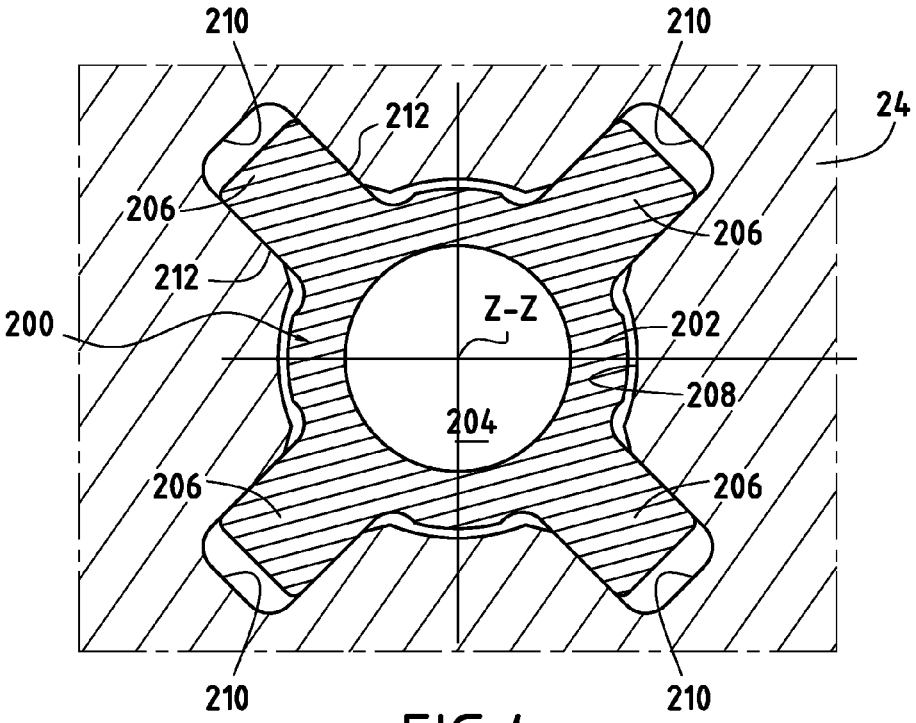

210
210
212
24
206
206
212
Z-Z
200
202
208
204
206
206
210
210

FIG.4

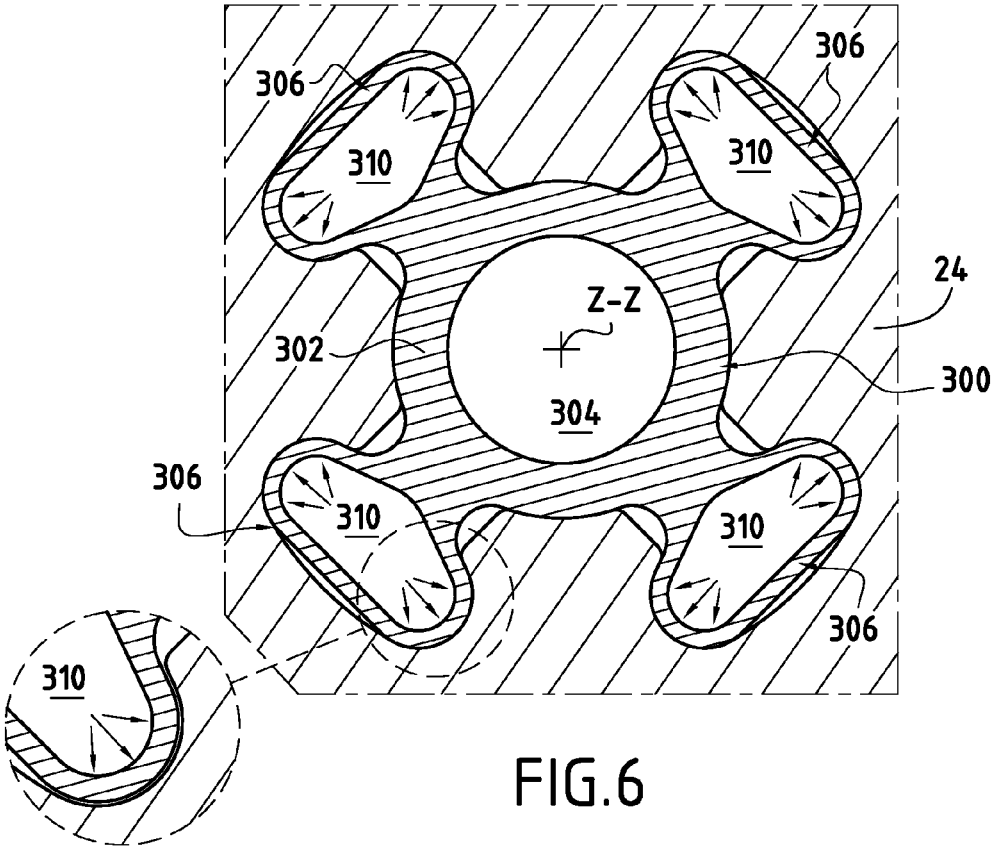

306
306
310
310
24
Z-Z
302
300
304
306
310
310
306
310

FIG.6

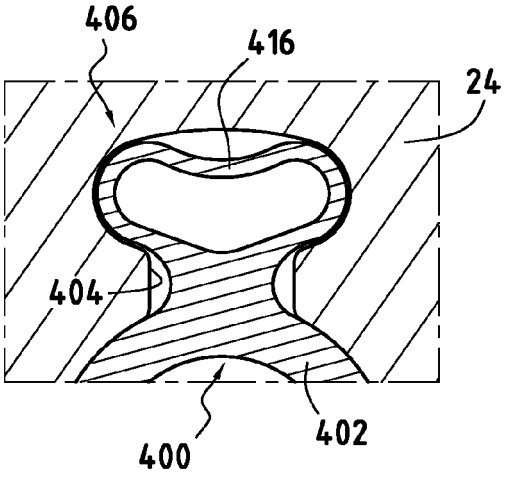


FIG.7A

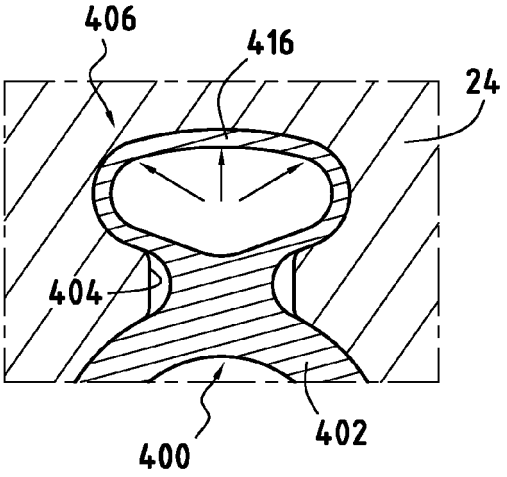


FIG.7B

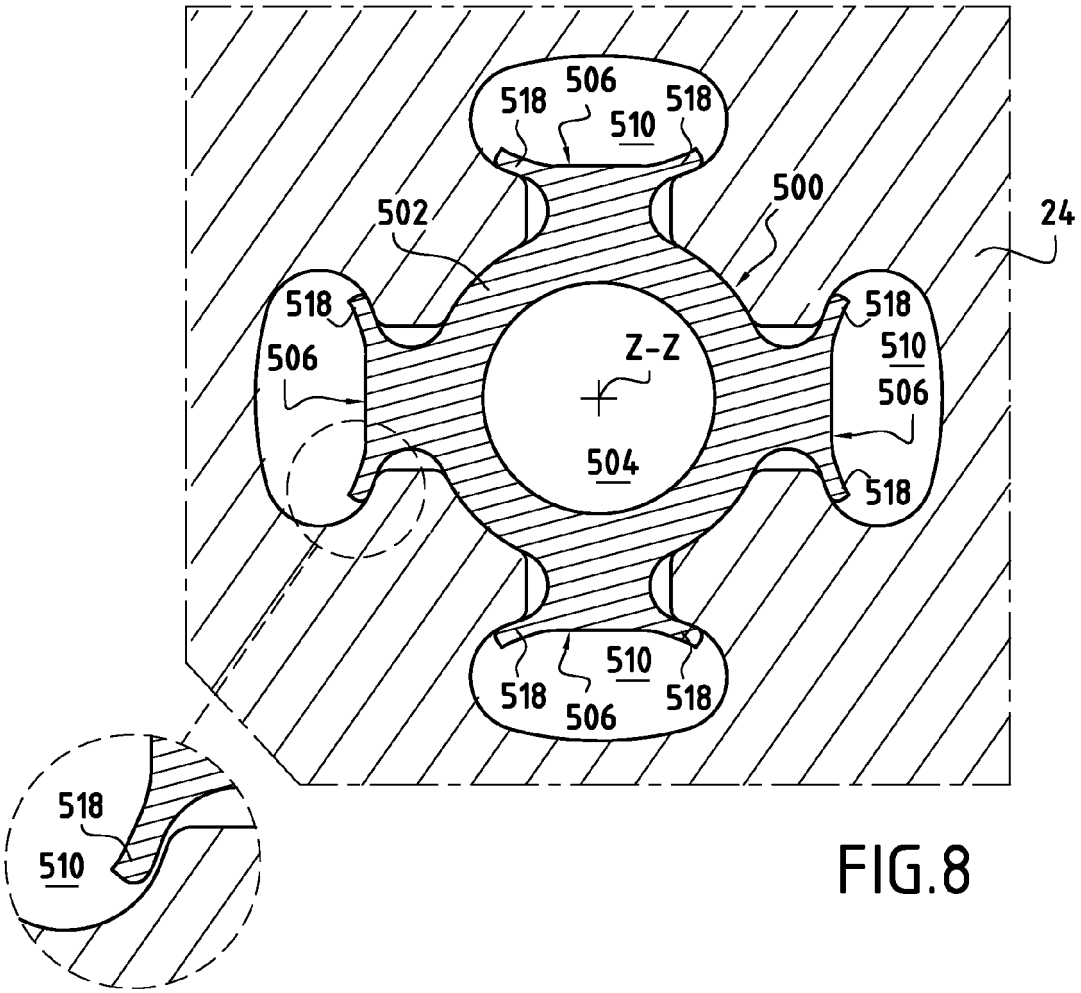


FIG.8

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 06 11 7010

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 5 893 446 A (HONJO ET AL) 13 avril 1999 (1999-04-13) * colonne 19, ligne 60-68 - colonne 20, ligne 1-27; figures 23,24 * -----	1-3	INV. F01D17/16 F02B37/24
A	FR 2 698 405 A (SNECMA) 27 mai 1994 (1994-05-27) * le document en entier * -----	1,3-5, 8-11	
A	US 5 796 199 A (CHARBONNEL ET AL) 18 août 1998 (1998-08-18) * colonnes 1,2; figures 1,4 * -----	1,3,8-11	
A	US 2002/154991 A1 (BOWEN WAYNE RAY) 24 octobre 2002 (2002-10-24) * abrégé; figure 4 * -----		
A	US 6 386 763 B1 (MACK JAMES P ET AL) 14 mai 2002 (2002-05-14) * abrégé; figures 1-13 * -----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F01D F02B

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
Munich	13 octobre 2006	CHATZIAPOSTOLOU, 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 : arrière-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
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 06 11 7010

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

13-10-2006

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5893446 A	13-04-1999	DE 19632086 A1	13-02-1997
		KR 217196 B1	01-09-1999
FR 2698405 A	27-05-1994	AUCUN	
US 5796199 A	18-08-1998	DE 69601695 D1	15-04-1999
		DE 69601695 T2	29-06-2000
		EP 0780544 A1	25-06-1997
		FR 2742799 A1	27-06-1997
US 2002154991 A1	24-10-2002	AUCUN	
US 6386763 B1	14-05-2002	AU 2616900 A	07-08-2000
		BR 0007612 A	30-10-2001
		CA 2360775 A1	27-07-2000
		EP 1153204 A1	14-11-2001
		JP 2004518047 T	17-06-2004
		WO 0043642 A1	27-07-2000
		US 6086327 A	11-07-2000

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82