

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2014/111641 A1

(43) Date de la publication internationale
24 juillet 2014 (24.07.2014)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
F01D 5/02 (2006.01) F16F 15/32 (2006.01)
F16B 23/00 (2006.01) F16B 37/14 (2006.01)
F16F 15/28 (2006.01) F02C 7/04 (2006.01)
G01M 1/32 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2014/050005
- (22) Date de dépôt international :
6 janvier 2014 (06.01.2014)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1350428 18 janvier 2013 (18.01.2013) FR
- (71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2 Boulevard du Général
Martial Valin, F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs : LE STRAT, Jean-Luc; SNECMA PI (AJI),
Rond-Point René Rauvaud - Réau, F-77550 Moissy Cra-
mayel (FR). POHIER, Hervé; SNECMA PI (AJI), Rond-
Point René Rauvaud - Réau, F-77550 Moissy Cramayel
(FR). THORY, Romain, Jean-Louis, Robert; SNECMA
PI (AJI), Rond-Point René Rauvaud - Réau, F-77550
Moissy Cramayel (FR).
- (74) Mandataire : CAMUS, Olivier; Cabinet Camus-Lebkiri,
87 rue Taitbout, F-75009 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : BALANCING SCREW, DEVICE AND METHOD FOR A ROTATING PART OF A TURBINE ENGINE

(54) Titre : VIS, DISPOSITIF ET PROCÉDÉ D'ÉQUILIBRAGE POUR PIÈCE TOURNANTE DE TURBOMACHINE

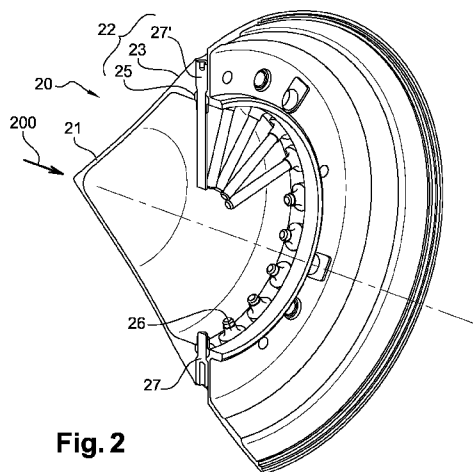


Fig. 2

(57) Abstract : The invention relates to a balancing device (22) for a rotating part (20) of a turbine engine, which comprises a shroud (23) through which a plurality of openings (25) extend, each opening (25) having a balancing screw (27, 27') passing therethrough, each balancing screw (27, 27') comprising a body (30) and a head (29), a recess being formed in the head (29) of each balancing screw (27, 27'), the balancing screws (27, 27') being at least of a first type (27), the recess (32) of the screws of the first type (27) being formed by a tightening recess (33) extended by an additional recess (34). A related balancing method and screw are also disclosed.

(57) Abrégé : Un dispositif d'équilibrage (22) pour une pièce tournante (20) de turbomachine comporte une virole (23) percée par une pluralité d'orifices (25), chaque orifice (25) étant traversé par une vis d'équilibrage (27, 27'), chaque vis d'équilibrage (27, 27') comportant un corps (30) et une tête (29), la tête (29) de chaque vis d'équilibrage (27, 27') étant percée par un évidement (32), les vis d'équilibrage (27, 27') étant d'au moins une première sorte (27), l'évidement (32) des vis de la première sorte (27) étant formé par une empreinte de serrage (33) prolongée par un évidement additionnel (34). Un procédé et une vis d'équilibrage associés sont aussi divulgués.

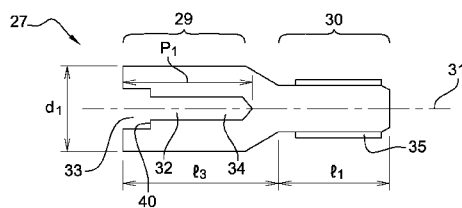


Fig. 7

WO 2014/111641 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

VIS, DISPOSITIF ET PROCÉDÉ D'ÉQUILIBRAGE POUR PIÈCE TOURNANTE DE TURBOMACHINE

DOMAINE TECHNIQUE

5 La présente invention concerne une vis d'équilibrage pour dispositif d'équilibrage moteur pour capot d'entrée de turbomachine, ainsi qu'un dispositif d'équilibrage moteur pour capot d'entrée de turbomachine, ainsi qu'une turbomachine comportant un tel dispositif d'équilibrage. La présente invention concerne également un capot d'entrée comportant un tel dispositif d'équilibrage, ainsi qu'une méthode d'équilibrage
10 utilisant un tel dispositif d'équilibrage.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEUR

Un capot d'entrée 10 tournant de turbomachine d'aéronef comporte généralement deux parties fixées l'une à l'autre, comme représenté à la figure 1 :

- 15 - une partie avant en forme de cône, appelée cône avant 11. Le cône avant 11 présente une extrémité avant 13 en forme de pointe de cône centrée sur un axe de rotation X du capot d'entrée 10, correspondant également à un axe longitudinal de l'ensemble de la turbomachine. Le cône avant 11 présente également une extrémité arrière 14 s'étendant radialement par rapport à l'axe X selon une forme annulaire.
- 20 - une partie arrière, appelée virole arrière 12, s'étendant selon l'axe longitudinal X de la turbomachine et prolongeant le cône avant 11. La virole arrière 12 présente une extrémité avant 15 s'étendant radialement par rapport à l'axe X selon une forme annulaire. De façon classique, le cône avant 11 et la virole arrière 12 sont fixés par des boulons 16
25 traversant d'avant en arrière l'extrémité arrière 14 du cône avant 11 et l'extrémité avant 15 de la virole arrière 12.

On note que les termes « avant » et « arrière » sont à considérer par rapport à une direction générale d'écoulement de fluides à travers la turbomachine, allant de

l'avant vers l'arrière comme cela est représenté schématiquement par une flèche 100.

De manière connue, la turbomachine comporte des modules dits majeurs, eux-mêmes comportant des modules dits mineurs. Cette répartition en modules permet un système d'assemblage aisé par sous-éléments, mais également une répartition des balourds par équilibrage modulaire. En effet, chaque module mineur tournant est équilibré en dynamique afin de réduire son balourd et ainsi limiter les impacts sur le moteur une fois que celui-ci est assemblé. Un balourd est une masse parasite entraînant un déséquilibre d'une pièce tournante.

Puis, une fois assemblé, la turbomachine est elle-même équilibrée. Classiquement, la virole arrière 12 dispose de trente-six trous 17 répartis sur sa périphérie, dans lesquels sont sertis des écrous 18. Les écrous sertis 18 sont aptes à recevoir des vis dites d'équilibrage permettant de limiter le balourd global de la turbomachine. En effet, en choisissant judicieusement les poids des vis d'équilibrage à visser dans les écrous 18, on équilibre la turbomachine.

Toutefois, dans les petits moteurs, la fonction d'équilibrage moteur par implantation de vis d'équilibrage de longueurs et de masses différentes est difficile à réaliser. En effet, dans les petits moteurs, le cône avant est de petit diamètre de sorte que le centre de gravité des vis se trouve alors très proche de l'axe moteur ce qui diminue leur capacité d'équilibrage totale. En outre, le diamètre et l'environnement réduit oblige à réduire le nombre de vis utilisées et à prendre des vis avec un diamètre fileté de petit diamètre, ce qui conduit à une diminution de la masse totale des vis, et donc de la capacité d'équilibrage totale. En outre, dans les petits moteurs, les vis d'équilibrage alourdissent la turbomachine.

EXPOSE DE L'INVENTION

L'invention vise à remédier aux inconvénients de l'état de la technique en proposant une vis d'équilibrage pour dispositif d'équilibrage qui permette au dispositif d'équilibrage d'être utilisé dans les petits moteurs, qui soit optimisée en masse par rapport à celle de l'art antérieur.

Pour ce faire, est proposé selon un premier aspect de l'invention, une vis d'équilibrage pour dispositif d'équilibrage de turbomachine, la vis d'équilibrage comportant un corps et une tête, la tête étant percée par un évidement, l'évidement étant formé par une empreinte de serrage et par un évidement additionnel, l'empreinte de serrage présentant un fond, le fond de l'empreinte de serrage étant percé par l'évidement additionnel.

Le fait d'avoir un évidement additionnel qui prolonge axialement l'empreinte de serrage permet d'avoir une vis d'équilibrage plus légère. En effet, on peut ainsi diminuer la masse des vis sans modifier leurs dimensions extérieures, ce qui est avantageux car tous les orifices de la virole destinés à recevoir des vis doivent obligatoirement être obstrués par des vis même si certaines de ces vis ne sont pas utiles pour l'équilibrage, car ces orifices débouchent dans la veine. Par conséquent, il est avantageux d'avoir des vis de masse faible pour ne pas trop alourdir la turbomachine. Dans ce cas, la tête de serrage est percée par un évidement formé par l'empreinte de serrage et par un évidement additionnel qui prolonge l'empreinte de serrage. L'évidement additionnel présente de préférence une forme cylindrique de façon à faciliter sa fabrication. En outre, l'évidement additionnel présente de préférence des dimensions inférieures à celles de l'empreinte de serrage de façon à ce qu'une clé de serrage insérée dans l'empreinte de serrage puisse venir en butée au fond de l'empreinte de serrage, à la limite avec l'évidement additionnel.

Un deuxième aspect de l'invention concerne un dispositif d'équilibrage pour une pièce tournante de turbomachine, comportant une virole percée par une pluralité d'orifices, chaque orifice étant traversé par une vis d'équilibrage selon le premier aspect de l'invention.

Le dispositif d'équilibrage selon l'invention peut également comporter une plus plusieurs des caractéristiques ci-après prises individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles.

Avantageusement, les vis d'équilibrage sont d'au moins une première et une deuxième sorte, l'évidement des vis de la première sorte présentant une profondeur p_1 , les vis d'équilibrage de la deuxième sorte présentant une profondeur d'évidement

p2, p2 étant strictement inférieur à p1, les vis d'équilibrage de la deuxième sorte et de la première sorte étant réparties radialement autour de la virole de façon à équilibrer la pièce tournante.

Le fait d'avoir un dispositif d'équilibrage dans lequel on fait varier la profondeur de l'évidement des têtes de vis de façon à compenser le balourd permet d'avoir plus de possibilités pour équilibrer la turbomachine, y compris lorsqu'elle présente des petites dimensions. En effet, le fait de faire varier la profondeur de l'évidement permet une plus grande variation de la masse et de la position du centre de gravité des vis d'équilibrage, ce qui permet d'avoir plus de possibilités pour équilibrer le moteur, y compris lorsque ce moteur présente des dimensions réduites. On peut ainsi faire varier la masse des vis d'équilibrage sans faire varier leurs dimensions extérieures.

Avantageusement, les vis d'équilibrage de la première et de la deuxième sorte comportent une empreinte de serrage adaptée pour recevoir une clé de serrage.

L'évidement des vis d'équilibrage de la deuxième sorte correspond de préférence à l'empreinte de serrage des vis d'équilibrage de la deuxième sorte. Ainsi, les vis d'équilibrage de la deuxième sorte présentent de préférence un évidement minimal, qui leur permet d'avoir une masse plus importante. Dans ce cas, l'évidement qui correspond à l'empreinte de serrage présente de préférence une forme adaptée à celle de la clé de serrage qui est destinée à être insérée dans l'empreinte de serrage.

Selon un mode de réalisation :

- les vis d'équilibrage de la première sorte sont réalisées dans un matériau présentant une première masse volumique m_1 ,
- les vis d'équilibrage de la deuxième sorte étant réalisées dans un matériau présentant une deuxième masse volumique m_2 , m_2 étant strictement supérieur à m_1 .

Le fait d'utiliser des matériaux différents pour les vis d'équilibrage permet d'avoir plus de possibilités pour équilibrer la pièce tournante, ce qui est avantageux dans le cas où la virole est de petites dimensions, et où les possibilités d'équilibrage par modifications des dimensions extérieures des vis d'équilibrage sont limitées.

Avantageusement, les vis d'équilibrage de la première sorte sont réalisées en titane.

Avantageusement, les vis d'équilibrage de la deuxième sorte sont réalisées en acier.

Selon un mode de réalisation :

- les vis de la première sorte présentent une longueur l_1 ;
- 5 - les vis de la deuxième sorte présentent une longueur l_2 , $l_2 > l_1$;

Ce qui permet encore d'augmenter la variation de masse entre les vis de la première sorte et les vis de la deuxième sorte.

Les vis d'équilibrages présentent de préférence des têtes de vis cylindriques, ce qui permet de faciliter la fabrication des vis d'équilibrage. En outre, dans le cas des vis
10 d'équilibrage de la deuxième sorte, cela permet d'augmenter encore la masse de leur tête. Le fait d'augmenter la masse des têtes des vis de la deuxième sorte permet de déplacer leur centre de gravité vers la tête desdites vis, et donc de l'éloigner de l'axe moteur, ce qui permet d'augmenter la capacité d'équilibrage des vis.

Selon différents modes de réalisation :

- 15 - la tête de chaque vis d'équilibrage de la première sorte peut présenter une masse au moins égale à 60% de la masse totale de ladite vis d'équilibrage ; et/ou
- la tête de chaque vis d'équilibrage de la deuxième sorte peut présenter
20 une masse au moins égale à 40% de la masse totale de ladite vis d'équilibrage.

Le fait d'avoir une tête relativement lourde par rapport au poids total de la vis permet de déplacer le centre de gravité des vis vers ladite tête, ce qui permet d'augmenter la capacité d'équilibrage des vis.

De manière plus générale, on peut utiliser des vis d'équilibrage avec des têtes de vis
25 plus ou moins grandes pour compenser la longueur du corps de vis. Ainsi, lorsque l'espace est limité dans la virole et que par conséquent, la taille des corps de vis est limitée, on peut compenser la taille du corps des vis par celle des têtes de vis.

On peut envisager que toutes les vis d'équilibrage de la première sorte soit identiques entre elles de façon à simplifier la fabrication du dispositif d'équilibrage.

Pour les mêmes raisons, on peut également envisager que toutes les vis d'équilibrage de la deuxième sorte soient identiques entre elles de façon à simplifier
5 la fabrication du dispositif.

Dans ce cas, lorsque l'utilisation de deux groupes de vis d'équilibrage identiques à l'intérieur de chacun des groupes n'est pas suffisante pour compenser le balourd de la machine tournante, le dispositif d'équilibrage peut également comporter des vis d'équilibrage intermédiaires, chaque vis intermédiaire présentant une masse
10 comprise entre la masse d'une des vis de la première sorte et la masse d'une des vis de la deuxième sorte. Ces vis d'équilibrages intermédiaires permettent de respecter tous les critères d'équilibrage et de réaliser des nuances dans l'équilibrage.

Les vis d'équilibrage intermédiaires peuvent par exemple être :

- 15 - des vis réalisées dans le même matériau et qui présentent les mêmes dimensions extérieures que les vis d'équilibrage de la première sorte, mais qui ne comportent pas d'évidement additionnel au-delà de leur empreinte de serrage ;
- des vis qui présentent des dimensions égales à celles des vis de la première sorte mais qui sont réalisées dans un matériau dont la masse
20 volumique est supérieure à celle du matériau des vis de la première sorte ;
- des vis qui sont réalisées dans le même matériau que les vis de la première sorte mais qui présentent des dimensions inférieures...

On peut notamment faire varier les dimensions des têtes des vis de façon à
25 équilibrer la pièce tournante.

Un troisième aspect de l'invention concerne un capot d'entrée de turbomachine comportant un dispositif d'équilibrage selon le deuxième aspect de l'invention.

Un quatrième aspect de l'invention concerne une turbomachine comportant un dispositif d'équilibrage selon le deuxième aspect de l'invention.

Un cinquième aspect de l'invention concerne un procédé d'équilibrage d'une pièce tournante de turbomachine pourvue d'un dispositif d'équilibrage selon le deuxième aspect de l'invention, le procédé comportant une étape d'ajustement de la profondeur de l'évidement des têtes de vis de façon à équilibrer la pièce tournante.

5 Avantageusement, le procédé d'équilibrage comporte en outre une étape d'ajustement d'un ou plusieurs des paramètres suivants pour équilibrer la pièce tournante :

- les dimensions extérieures de chacune des têtes de vis;
- la forme des têtes de vis ;
- 10 - le matériau des vis d'équilibrage.

Le procédé peut également comporter les étapes suivantes :

- Une étape d'insertion des vis d'équilibrage de la première sorte dans chaque orifice de la virole;
 - Une étape de mise en rotation de la pièce tournante de façon à détecter
15 la présence d'un balourd ;
 - en cas de détection d'un balourd, une étape de remplacement de certaines des vis d'équilibrage de la première sorte par des vis d'équilibrage d'une deuxième sorte et/ou des vis d'équilibrage intermédiaires de façon à compenser le balourd.
- 20 Pour cela, le procédé peut comporter une étape d'ajustement de la masse des têtes de vis de la deuxième sorte et/ou des vis d'équilibrage intermédiaires afin de compenser le balourd de la pièce tournante.

La masse d'une tête des vis peut être ajustée notamment:

- en réalisant un évidement plus ou moins profond dans ladite tête;
- 25 - en augmentant les dimensions extérieures de ladite tête, et notamment sa hauteur ;

- en modifiant la forme de ladite tête. Ainsi, à encombrement équivalent, une tête de vis cylindrique aura une masse plus importante qu'une tête de vis hexagonale;
- en modifiant le matériau de ladite tête.

5 La variation de la masse de chaque tête peut donc être utilisée qui compenser des variations de la masse du corps de vis. En effet, la masse du corps des vis est contrainte par l'espace disponible à l'intérieur de la virole. On peut donc utiliser les têtes de vis pour avoir plus de possibilités pour équilibrer la machine tournante.

BREVES DESCRIPTION DES FIGURES

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description détaillée qui suit, en référence aux figures annexées, qui illustrent :

- La figure 1, une vue en coupe d'un capot d'entrée de turbomachine de l'art antérieur ;
- La figure 2, une vue en perspective d'un capot d'entrée de turbomachine
15 selon un mode de réalisation de l'invention ;
- La figure 3, une vue en coupe du capot d'entrée de la figure 2 ;
- La figure 4, une vue en coupe agrandie d'une partie du capot d'entrée de la figure 2 ;
- La figure 5, une autre vue en coupe d'une partie du capot d'entrée de la figure
20 2 ;
- La figure 6, une autre vue en coupe d'une autre partie du capot d'entrée de la figure 2 ;
- La figure 7, une vue en coupe d'une des vis du capot d'entrée de la figure 2 ;
- La figure 8, une vue en coupe d'une autre vis du capot d'entrée de la figure 2.

25

Pour plus de clarté, les éléments identiques ou similaires sont repérés par des signes de références identiques sur l'ensemble des figures.

DESCRIPTION DETAILLEE D'AU MOINS UN MODE DE REALISATION

Les figures 2 et 4 à 6 représentent un capot d'entrée 20 de turbomachine comportant
30 un dispositif d'équilibrage selon un mode de réalisation de l'invention.

Ce capot d'entrée 20 comporte un cône 21 pourvu d'un dispositif d'équilibrage 22. Le dispositif d'équilibrage 22 comporte une virole 23. La virole 23 présente dans ce cas une forme conique. Dans ce mode de réalisation, la virole 23 est formée par une partie arrière du cône 21. Toutefois, dans le mode de réalisation de la figure 3, la virole 23 est formée par une pièce additionnelle 24 qui présente une symétrie de révolution et qui est relié au cône 21.

La virole 23 est percée par des orifices 25 qui sont répartis radialement sur l'ensemble du pourtour de la virole 23. Dans ce mode de réalisation, la virole 23 est percée par vingt orifices 25. Toutefois le nombre d'orifices dépend notamment du diamètre de la virole 23 et de la précision voulue pour l'équilibrage.

Le dispositif d'équilibrage comporte également des écrous 26, chaque écrou 26 étant serti dans un des orifices 25. Les écrous 26 sertis sont aptes à recevoir des vis dites d'équilibrage 27, 27' de façon à diminuer voir supprimer le balourd de la turbomachine.

Pour cela, des vis d'équilibrage 27 d'une première sorte sont tout d'abord insérées dans chacun des orifices 25 et vissées dans chacun des écrous.

La turbomachine est ensuite mise en rotation de façon à détecter la présence d'un éventuel balourd.

Si un balourd est détecté, certaines vis de la première sorte 27 sont alors remplacées par des vis d'équilibrage d'une deuxième sorte 27' de façon à diminuer le balourd. Les vis d'équilibrage de la première sorte 27 et de la deuxième sorte 27' sont réparties radialement autour de la virole de façon à diminuer le balourd de la turbomachine. Dans cet exemple de réalisation cinq vis de la première sorte 27 ont été remplacées par cinq vis de la deuxième sorte 27', toutefois, la répartition radiale et le nombre respectif des vis de la première sorte et de la deuxième sorte dépendent du balourd.

Les vis d'équilibrage dans la deuxième sorte 27' présentent une masse supérieure à celle des vis de la première sorte 27.

Une vis de la première sorte 27 est représentée plus précisément sur la figure 7.

La vis d'équilibrage de la première sorte 27 s'étend suivant un axe de référence 31. La vis d'équilibrage de la première sorte 27 est de préférence réalisée en titane. La vis d'équilibrage de la première sorte 27 comporte une tête 29 et un corps 30. Le corps 30 de la vis d'équilibrage de la première sorte 27 comporte sur sa surface extérieure un filetage 35 permettant de visser la vis d'équilibrage de la première sorte 27 dans l'écrou 26. Le corps 30 de la vis de la première sorte 30 présente une longueur l_1 suffisante pour pouvoir être entièrement vissé dans l'écrou 26. Toutefois, la longueur l_1 est de préférence choisie de façon à ce que le corps 30 ne dépasse pas trop de l'écrou 26 de façon à ne pas trop alourdir la turbomachine. La tête 29 de la vis de la première sorte est percée par un évidement 32. L'évidement 32 est formé par une empreinte de serrage 33 et par un évidement additionnel 34 situé dans le prolongement axial de l'empreinte de serrage 33. L'empreinte de serrage 33 présente un fond 40 qui est percé par l'évidement additionnel 34. L'empreinte de serrage 33 est apte à recevoir une clé de serrage permettant de visser la vis dans l'écrou 26 correspondant. Pour cela, l'empreinte de serrage 33 présente de préférence une section hexagonale. L'évidement additionnel 34 présente de préférence une forme cylindrique de façon à faciliter son usinage. Par ailleurs, il présente de préférence des dimensions transversales par rapport à l'axe de référence 31 inférieures à celles de l'empreinte de serrage 33 de sorte qu'une clé de serrage insérée dans l'empreinte de serrage 33 vienne en butée contre le fond 40, à la limite entre l'empreinte de serrage 33 et l'évidement additionnel 34. La profondeur p_1 de l'évidement 32 est ajustée en fonction de la masse voulue pour la vis et plus précisément pour la tête de cette vis. De la même manière, les dimensions transversales de l'évidement additionnel peuvent être ajustées en fonction de la masse voulue pour la vis et plus précisément pour la tête de la vis. La tête 29 est de préférence cylindrique pour faciliter sa fabrication.

Les dimensions des vis de la première sorte 27 peuvent être modifiées en fonction de la masse qu'elles doivent avoir pour équilibrer la turbomachine. Ainsi, on peut tout d'abord modifier la longueur l_1 du corps 30 des vis de la première sorte 27. On peut également modifier la masse de la tête 29 pour obtenir l'équilibrage voulu. Pour cela, on peut notamment modifier les dimensions de la tête 29, et notamment sa hauteur l_3 . On peut également modifier la profondeur p_1 de l'évidement 32, ainsi que sa forme. On peut également envisager de modifier la forme de la tête 29.

Une vis de la deuxième sorte 27' est représentée plus précisément sur la figure 8.

Les vis d'équilibrage de la deuxième sorte 27' sont substituées à certaines des vis d'équilibrage de la première sorte 27 de façon à diminuer le balourd de la turbomachine.

- 5 La vis d'équilibrage de la deuxième sorte 27' est de préférence réalisée en acier. La vis d'équilibrage de la deuxième sorte 27' s'étend également suivant un axe de référence 31' et elle présente également une tête 29' et un corps 30'. Le corps 30' de la vis d'équilibrage de la deuxième sorte 27' comporte également sur sa surface extérieure un filetage 35' permettant de visser la vis d'équilibrage de la deuxième
- 10 sorte 27' dans l'écrou 26. Le corps 30' présente de préférence une longueur l2 supérieure à la longueur l1 du corps 30 de la vis d'équilibrage de la première sorte 27. La tête 29' est percée par un évidement 32'. L'évidement 32' est formé dans cet exemple de réalisation par une empreinte de serrage 33'. Dans ce mode de réalisation, l'évidement 32' ne se prolonge pas au-delà de l'empreinte de serrage 33'.
- 15 Par conséquent, dans cet exemple, la profondeur p2 de l'évidement 32' correspond à la profondeur de l'empreinte de serrage 33'. La profondeur p2 est donc inférieure à la profondeur p1. L'évidement 32' de la vis d'équilibrage de la deuxième sorte 27' est donc minimal dans ce mode de réalisation de façon à maximiser la masse des têtes et donc la capacité d'équilibrage de la vis. De même, la tête est de préférence
- 20 cylindrique de façon à maximiser sa masse.

Les dimensions des vis de la deuxième sorte 27' peuvent être modifiées en fonction de la masse qu'elles doivent avoir pour équilibrer la turbomachine. Ainsi, on peut tout d'abord modifier la longueur l2 du corps 30' des vis de la deuxième sorte 27'. Toutefois, cette longueur l2 est limitée par l'espace à l'intérieur de la virole. Par

25 conséquent, il est avantageux de modifier la masse de la tête 29' pour obtenir l'équilibrage voulu. Pour cela, on peut notamment modifier les dimensions de la tête 29', et notamment sa hauteur l4. On peut également modifier la profondeur p2 de l'évidement, ainsi que sa forme. On peut également envisager de modifier la forme de la tête 29'.

30 Par ailleurs, dans cet exemple de réalisation, toutes les vis d'équilibrage de la première sorte 27 étaient identiques entre elles, de même que toutes les vis

d'équilibrage de la deuxième sorte 27' étant identiques entre elles. Toutefois, on pourrait également envisager d'utiliser des vis d'équilibrage de la première sorte 27 différentes entre elles et/ou des vis d'équilibrage de la deuxième sorte 27' différentes entre elles.

- 5 Par ailleurs, si l'utilisation de deux sortes de vis n'est pas suffisante pour équilibrer le balourd de la turbomachine, et en fonction de la précision voulue pour l'équilibrage, on peut utiliser des vis intermédiaires, présentant une masse comprise entre les vis de la première sorte 27 et les vis de la deuxième sorte 27'.

10 Naturellement, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits en référence aux figures et des variantes peuvent être envisagées sans sortir du cadre de l'invention. On peut ainsi modifier la répartition radiale des vis en fonction du balourd à équilibrer. On peut également utiliser d'autres matériaux pour réaliser les vis d'équilibrage.

REVENDICATIONS

- 5 1. Vis d'équilibrage (27, 27') pour dispositif d'équilibrage de turbomachine, la vis d'équilibrage comportant un corps (30, 30') et une tête (29, 29'), la tête (29, 29') étant percée par un évidement (32, 32'), caractérisée en ce que l'évidement (32) est formé par une empreinte de serrage (33) et par un évidement additionnel (34), l'empreinte de serrage (33)
- 10 présentant un fond (40), le fond (40) de l'empreinte de serrage (33) étant percé par l'évidement additionnel (34).
2. Dispositif d'équilibrage (22) pour une pièce tournante (20) de turbomachine, comportant une virole (23) percée par une pluralité
- 15 d'orifices (25), chaque orifice (25) étant traversé par une vis d'équilibrage (27, 27') selon la revendication précédente..
3. Dispositif d'équilibrage selon la revendication précédente, dans lequel les vis d'équilibrage sont d'au moins une première et une deuxième
- 20 sorte, l'évidement (32) des vis de la première sorte (27) présentant une profondeur p_1 , l'évidement des vis de la deuxième sorte (27') présentant une profondeur p_2 , p_2 étant strictement inférieur à p_1 , les vis d'équilibrage de la deuxième sorte (27') et de la première sorte (27) étant réparties radialement autour de la virole (23) de façon à équilibrer
- 25 la pièce tournante (20).
4. Dispositif d'équilibrage selon la revendication précédente, dans lequel :
- les vis d'équilibrage de la première sorte (27) sont réalisées dans un matériau présentant une première masse volumique m_1 ,
- 30 - les vis d'équilibrage de la deuxième sorte (27') étant réalisées dans un matériau présentant une deuxième masse volumique m_2 , m_2 étant strictement supérieur à m_1 .

5. Dispositif d'équilibrage (22) selon la revendication précédente, dans lequel :
- Les vis d'équilibrage de la première sorte (27) sont réalisées en titane;
 - Les vis d'équilibrage de la deuxième sorte (27') sont réalisées en acier.
6. Dispositif d'équilibrage selon l'une des revendications 3 à 5, dans lequel:
- les vis de la première sorte (27) présentent une longueur l_1 ;
 - les vis de la deuxième sorte (27') présentent une longueur l_2 , $l_2 > l_1$.
7. Dispositif d'équilibrage selon l'une des revendications 2 à 6, dans lequel les vis d'équilibrages (27, 27') présentent des têtes de vis (29') cylindriques.
8. Dispositif d'équilibrage selon l'une des revendications 3 à 7, dans lequel :
- la tête (29) de chaque vis d'équilibrage de la première sorte (27) présente une masse au moins égale à 60% de la masse totale de ladite vis d'équilibrage (27); et/ou
 - la tête (29') de chaque vis d'équilibrage de la deuxième sorte (27') présente une masse au moins égale à 40% de la masse totale de ladite vis d'équilibrage (27').
9. Dispositif d'équilibrage (22) selon l'une des revendications 2 à 8, comportant en outre des vis d'équilibrage additionnelles, chaque vis additionnelle présentant une masse comprise entre la masse d'une des vis de la première sorte (27) et la masse d'une des vis de la deuxième sorte (27').

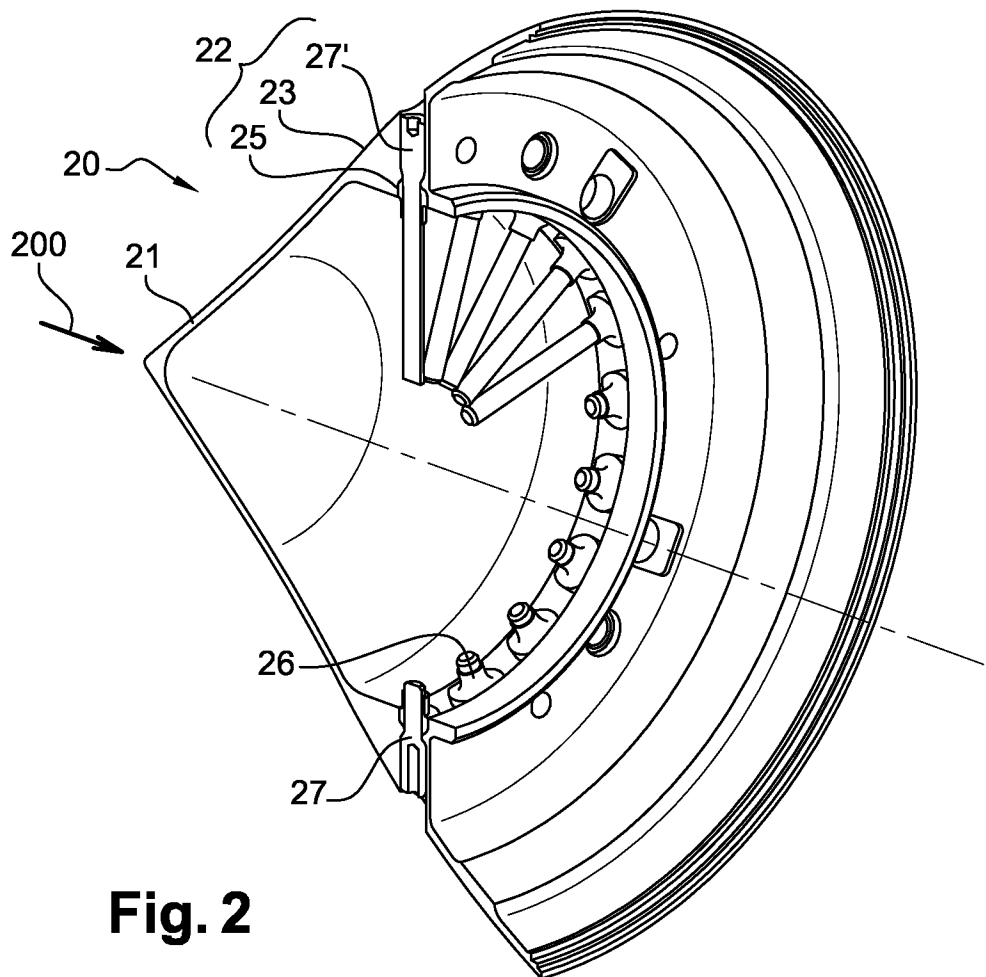
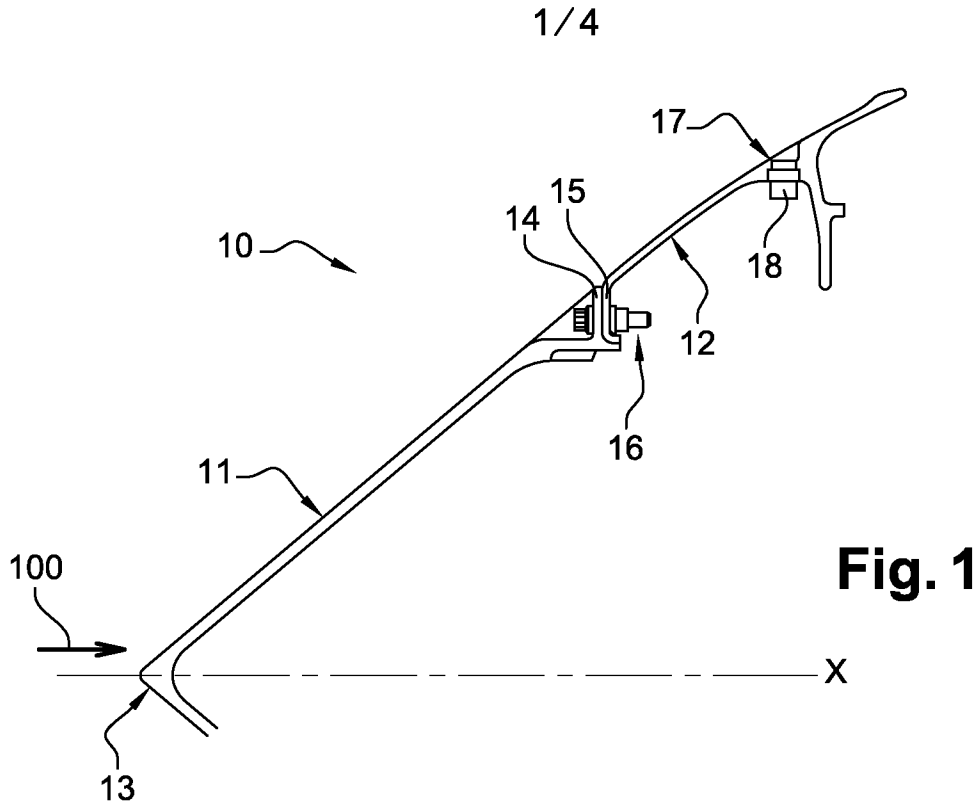
10. Procédé d'équilibrage d'une pièce tournante (20) de turbomachine pourvue d'un dispositif d'équilibrage (22) selon l'une des revendications 2 à 9, le procédé comportant une étape d'ajustement de la profondeur de l'évidement (32, 32') de façon à équilibrer la pièce tournante (20).

5

11. Procédé d'équilibrage selon la revendication précédente, comportant en outre une étape d'ajustement d'un ou plusieurs des paramètres suivants pour équilibrer la pièce tournante (20):

- les dimensions extérieures (d1, l3, d2, l4) de chacune des têtes (29, 29');
- la forme des têtes de vis (29, 29') ;
- le matériau des vis d'équilibrage (27, 27').

10



2 / 4

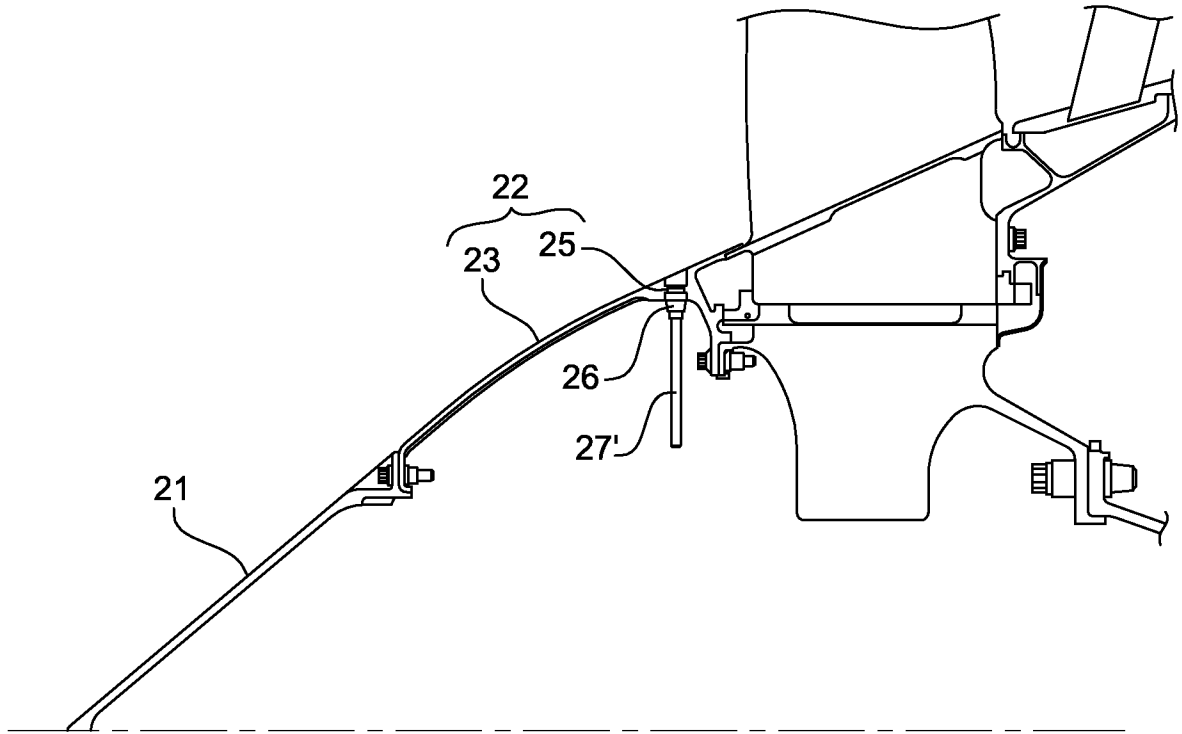


Fig. 3

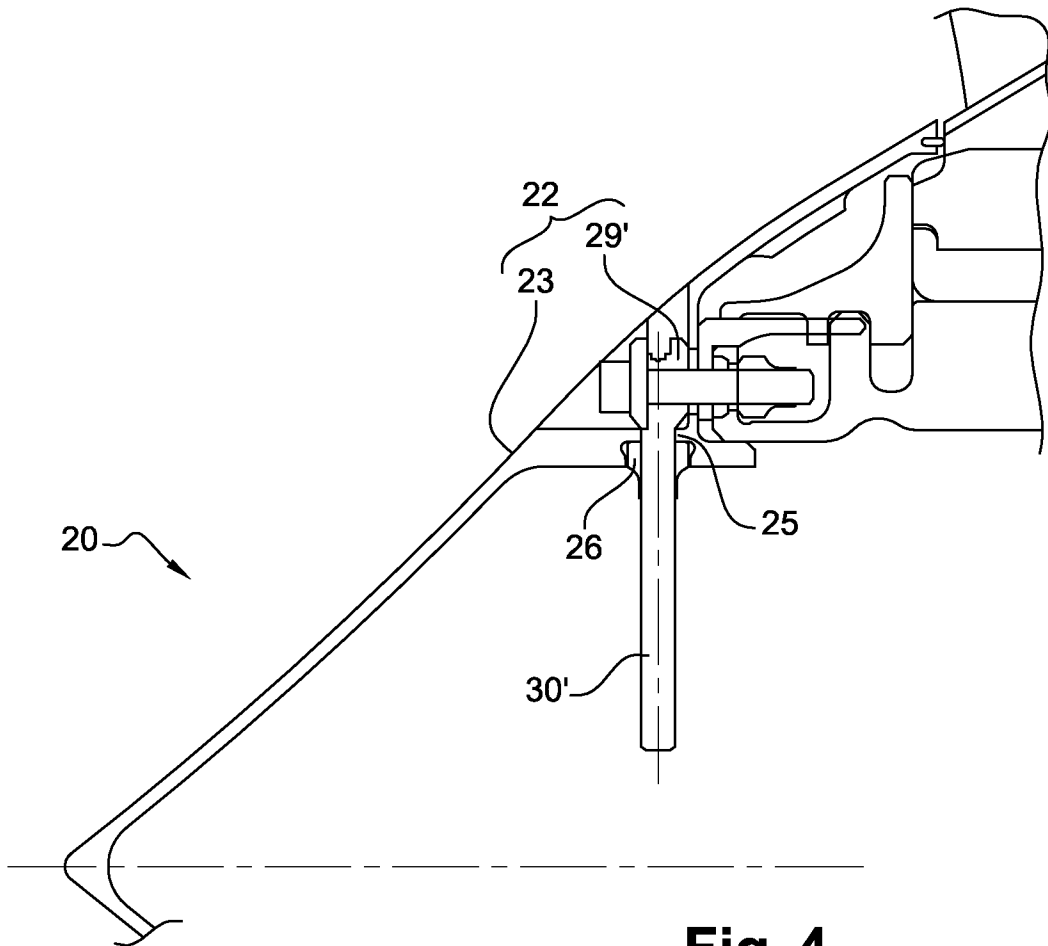


Fig. 4

3 / 4

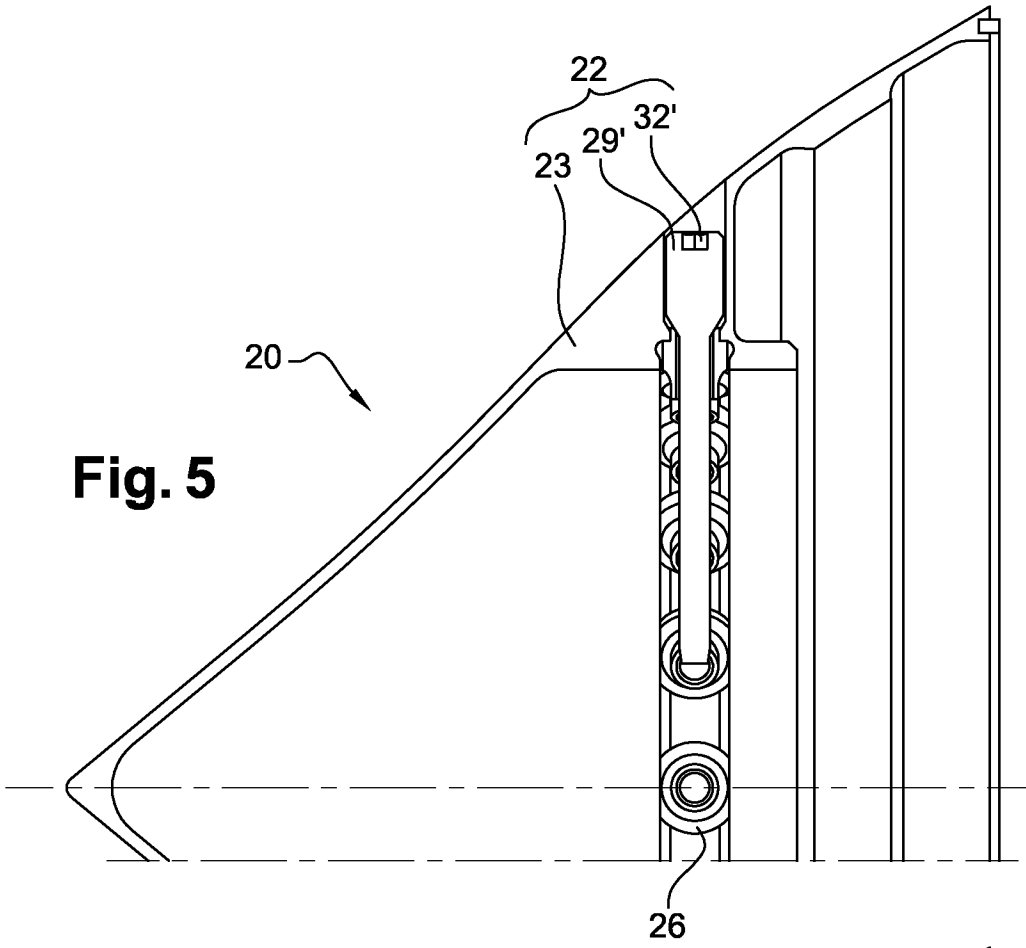


Fig. 5

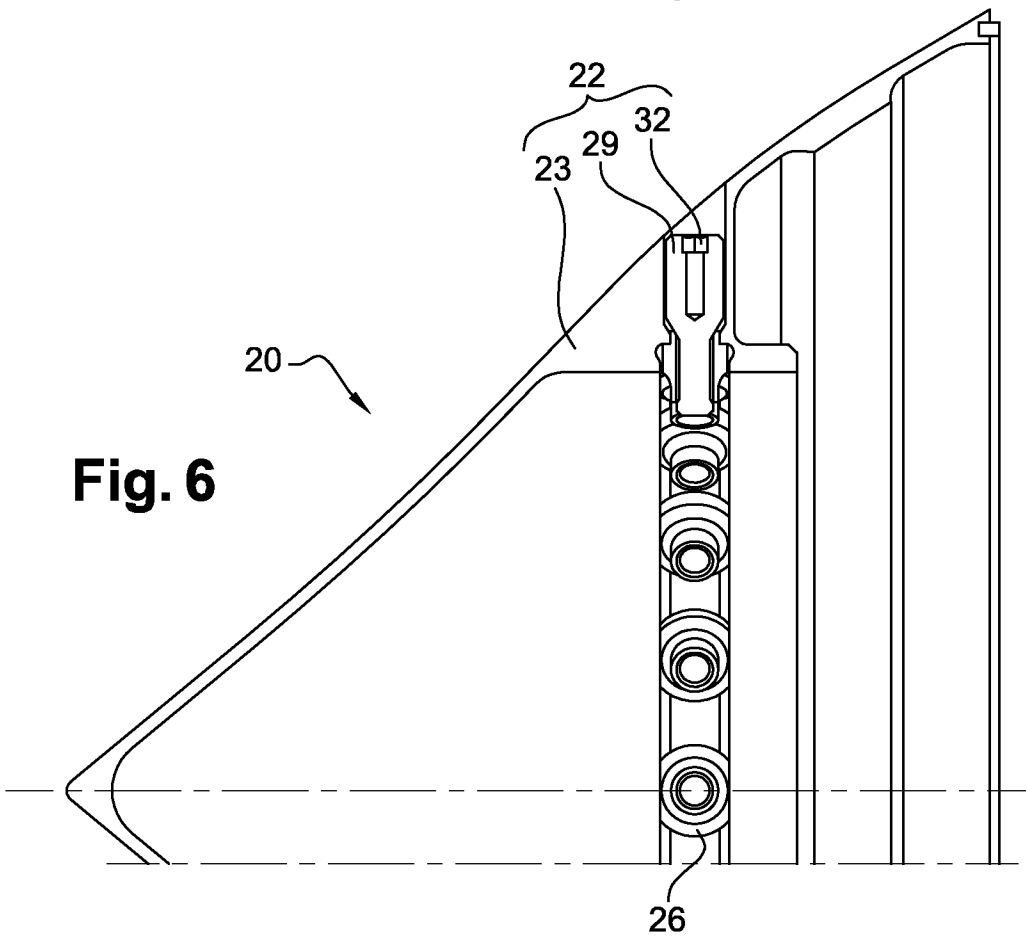


Fig. 6

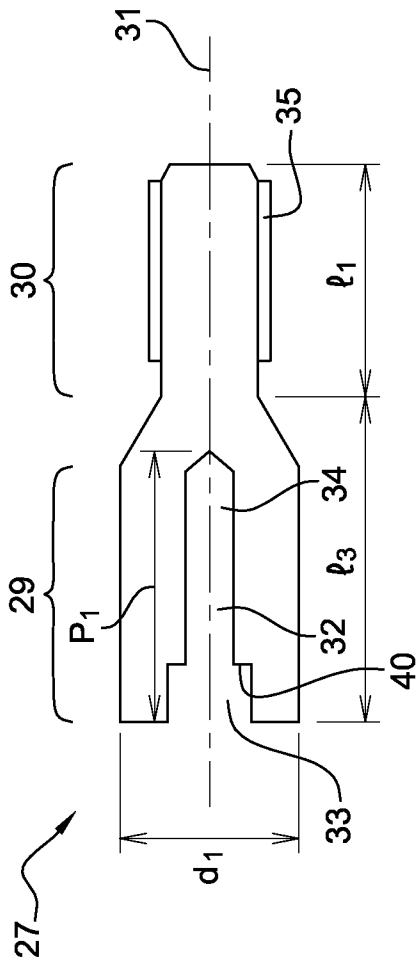


Fig. 7

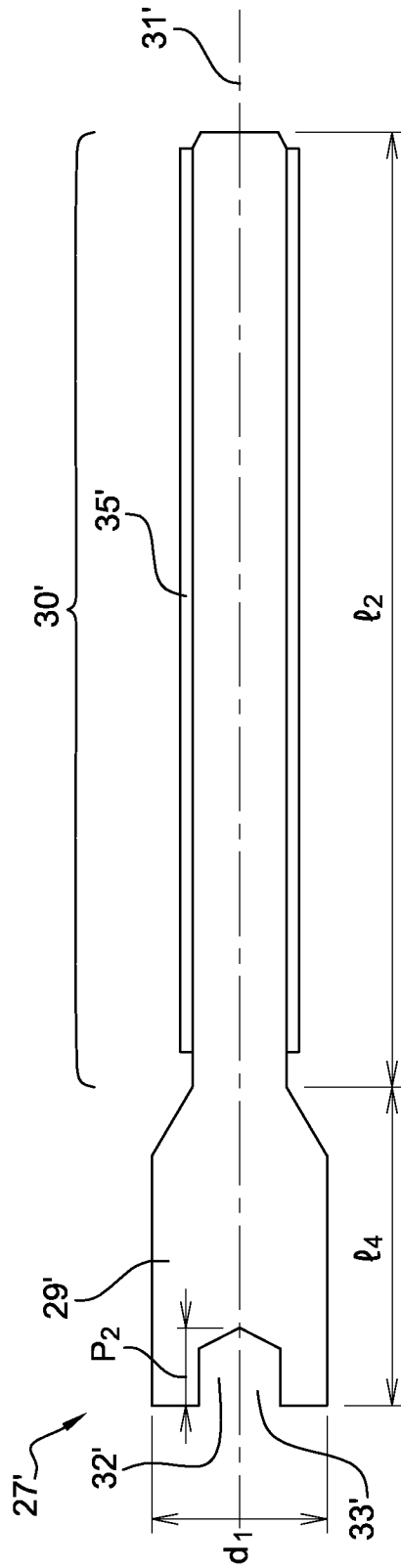


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2014/050005

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F01D5/02 F16B23/00 F16F15/28 G01M1/32 F16F15/32
 F16B37/14
 ADD. F02C7/04
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F01D F16B F16F G01M F02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 1 271 525 A (MARTIN, GEORGES) 15 September 1961 (1961-09-15)	1
Y	figures 1-2	2-9
X	FR 78 328 E (MARTIN, GEORGES) 6 July 1962 (1962-07-06)	1
Y	figures 1-2	2-9
X	FR 91 601 E (MARTIN, GEORGES) 19 July 1968 (1968-07-19)	1
Y	figures 1-2	2-9
X	WO 01/27479 A1 (EDLAND JONE [NO]) 19 April 2001 (2001-04-19)	1
Y	figures 1-3	2-9
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Date of the actual completion of the international search 5 March 2014	Date of mailing of the international search report 13/03/2014
----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Raspo, Fabrice
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2014/050005

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/49459 A1 (TOTSU KATSUYUKI [JP]) 12 July 2001 (2001-07-12)	1
Y	figures 2-5,9 -----	2-9
X	DE 202 02 624 U1 (JOHANN NEPOMUK JERGER METALLWA [DE]) 16 May 2002 (2002-05-16)	1
Y	figure 11 -----	2-9
Y	FR 2 920 187 A1 (SNECMA SA [FR]) 27 February 2009 (2009-02-27)	2-9
A	figures -----	10,11
A	FR 2 953 896 A1 (TURBOMECA [FR]) 17 June 2011 (2011-06-17)	10,11
	figures -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/FR2014/050005

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 1271525	A	15-09-1961	NONE

FR 78328	E	06-07-1962	NONE

FR 91601	E	19-07-1968	NONE

WO 0127479	A1	19-04-2001	AT 371121 T 15-09-2007
		AU 779838 B2	17-02-2005
		AU 7693000 A	23-04-2001
		CN 1384903 A	11-12-2002
		DE 60036128 T2	19-06-2008
		DK 1230489 T3	27-12-2007
		EP 1230489 A1	14-08-2002
		NO 994934 A	09-04-2001
		US 6951158 B1	04-10-2005
		WO 0127479 A1	19-04-2001

WO 0149459	A1	12-07-2001	AU 2224401 A 16-07-2001
		TW 477735 B	01-03-2002
		WO 0149459 A1	12-07-2001

DE 20202624	U1	16-05-2002	DE 20202624 U1 16-05-2002
		IT RM20030040 U1	21-08-2003

FR 2920187	A1	27-02-2009	BR PI0803674 A2 08-09-2009
		CA 2639105 A1	24-02-2009
		EP 2028375 A2	25-02-2009
		FR 2920187 A1	27-02-2009
		JP 5400329 B2	29-01-2014
		JP 2009052549 A	12-03-2009
		US 2009087313 A1	02-04-2009

FR 2953896	A1	17-06-2011	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2014/050005

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F01D5/02 F16B23/00 F16F15/28 G01M1/32 F16F15/32 F16B37/14 ADD. F02C7/04		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F01D F16B F16F G01M F02C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 1 271 525 A (MARTIN, GEORGES) 15 septembre 1961 (1961-09-15)	1
Y	figures 1-2	2-9

X	FR 78 328 E (MARTIN, GEORGES) 6 juillet 1962 (1962-07-06)	1
Y	figures 1-2	2-9

X	FR 91 601 E (MARTIN, GEORGES) 19 juillet 1968 (1968-07-19)	1
Y	figures 1-2	2-9

X	WO 01/27479 A1 (EDLAND JONE [NO]) 19 avril 2001 (2001-04-19)	1
Y	figures 1-3	2-9

	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 5 mars 2014		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 13/03/2014
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Raspo, Fabrice

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 01/49459 A1 (TOTSU KATSUYUKI [JP]) 12 juillet 2001 (2001-07-12)	1
Y	figures 2-5,9	2-9

X	DE 202 02 624 U1 (JOHANN NEPOMUK JERGER METALLWA [DE]) 16 mai 2002 (2002-05-16)	1
Y	figure 11	2-9

Y	FR 2 920 187 A1 (SNECMA SA [FR]) 27 février 2009 (2009-02-27)	2-9
A	figures	10,11

A	FR 2 953 896 A1 (TURBOMECA [FR]) 17 juin 2011 (2011-06-17)	10,11
	figures	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2014/050005

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 1271525	A	15-09-1961	AUCUN	
FR 78328	E	06-07-1962	AUCUN	
FR 91601	E	19-07-1968	AUCUN	
WO 0127479	A1	19-04-2001	AT 371121 T AU 779838 B2 AU 7693000 A CN 1384903 A DE 60036128 T2 DK 1230489 T3 EP 1230489 A1 NO 994934 A US 6951158 B1 WO 0127479 A1	15-09-2007 17-02-2005 23-04-2001 11-12-2002 19-06-2008 27-12-2007 14-08-2002 09-04-2001 04-10-2005 19-04-2001
WO 0149459	A1	12-07-2001	AU 2224401 A TW 477735 B WO 0149459 A1	16-07-2001 01-03-2002 12-07-2001
DE 20202624	U1	16-05-2002	DE 20202624 U1 IT RM20030040 U1	16-05-2002 21-08-2003
FR 2920187	A1	27-02-2009	BR PI0803674 A2 CA 2639105 A1 EP 2028375 A2 FR 2920187 A1 JP 5400329 B2 JP 2009052549 A US 2009087313 A1	08-09-2009 24-02-2009 25-02-2009 27-02-2009 29-01-2014 12-03-2009 02-04-2009
FR 2953896	A1	17-06-2011	AUCUN	