

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 068 100

21 N° d'enregistrement national : 17 55884

51 Int Cl⁸ : F 16 F 15/34 (2006.01), F 01 D 25/04, 25/28, F 16 F 15/22

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 27.06.17.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.12.18 Bulletin 18/52.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : BENEVENT GREGORY.

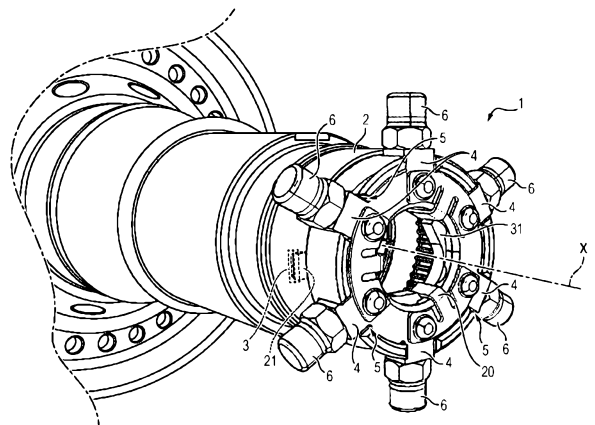
73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société
par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

54 DISPOSITIF POUR L'EQUILIBRAGE D'UNE PIECE TOURNANTE.

57 L'invention concerne un dispositif (1) pour l'équilibrage d'une pièce tournante (2) comprenant:

- une bague (10) présentant une surface radialement externe (12) configurée pour venir en contact serré contre la face interne (2a) de l'extrémité creuse (2b) de la pièce tournante (2),
- des moyens d'équilibrage (6) fixés sur la bague (10) et configurés pour compenser un balourd de la pièce tournante (2),
- au moins trois griffes (20) rétractables fixées sur la bague (10) et
- un actionneur (30) configuré pour amener les griffes (20) rétractables de leur configuration escamotée à leur configuration verrouillée.



FR 3 068 100 - A1



DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention concerne l'équilibrage d'une pièce tournante d'un moteur, et plus particulièrement l'équilibrage d'un arbre rotatif d'une turbomachine.

5 ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

Lors du montage de pièces moteur, il arrive de manquer d'espace pour manipuler celles-ci, les mettre en place et les fixer au moteur.

C'est notamment le cas dans le cas de l'équilibrage d'une pièce tournante telle qu'un arbre rotatif d'une turbomachine pour un aéronef afin de
10 compenser des balourds. De manière conventionnelle, un tel équilibrage peut être réalisé par ajout de masselottes ou par l'usinage volontairement excentré (et opposé au balourd) d'un bourrelet de matière prévu à cet effet que l'on appelle « cordon d'équilibrage ». Or ces opérations peuvent s'avérer très complexes à mettre en œuvre. Typiquement, dans le cas des masselottes, il
15 est nécessaire de pouvoir accéder radialement à l'arbre rotatif et de disposer de suffisamment d'espace pour accéder et intégrer les masselottes autour de celui-ci. Or l'arbre rotatif se trouve au fond d'une ligne de carters, de sorte qu'il est très difficile, voire impossible, de venir visser les masselottes d'équilibrage en passant par le côté dans la mesure où il n'y a pas d'accès
20 radial à l'arbre rotatif. Le seul accès est donc par l'arrière de la turbomachine. En tout état de cause, l'épaisseur de l'arbre rotatif étant généralement très faible, il ne serait de toute façon pas envisageable de tarauder l'arbre afin d'y fixer les masselottes.

Par ailleurs, un cordon d'équilibrage ne peut être réalisé in situ (c'est-à-dire sur la machine déjà montée) car celui-ci nécessite de démonter l'arbre
25 rotatif, ce qui ferait perdre trop de temps, et que le remontage modifierait nécessairement les jeux et donc le balourd que l'on cherche à faire disparaître.

Enfin, la vitesse de rotation, très élevée, de l'arbre rotatif (en particulier
30 lorsqu'il s'agit d'un arbre haute pression, qui est connecté à un compresseur et une turbine haute pression), implique des contraintes supplémentaires en termes de centrifugation, d'inertie tangentielle, etc.

RESUME DE L'INVENTION

Un objectif de l'invention est donc de proposer un moyen permettant de réaliser un équilibrage d'une pièce tournante, en particulier d'un arbre rotatif d'une turbomachine pour un aéronef, afin de compenser les éventuels balourds, qui puisse notamment être mise en œuvre lorsque la pièce tournante n'est accessible qu'à une extrémité, suivant l'axe moteur et/ou lorsque l'épaisseur de la pièce tournante ne permet pas son usinage afin d'y rapporter et d'y fixer des masselottes d'équilibrage.

10

Pour cela, l'invention propose un dispositif pour l'équilibrage d'une pièce tournante, ladite pièce tournante étant creuse au moins au niveau d'une extrémité, au moins une gorge étant formée dans une face interne de l'extrémité creuse de la pièce tournante, le dispositif comprenant :

15

– une bague configurée pour être introduite dans l'extrémité creuse de la pièce tournante, ladite bague présentant une surface radialement externe configurée pour venir en contact ajusté contre la face interne de l'extrémité creuse de la pièce tournante,

20

– des moyens d'équilibrage fixés sur la bague et configurés pour compenser un balourd de la pièce tournante,

25

– au moins trois griffes rétractables fixées sur la bague et comprenant chacune une extrémité de verrouillage mobile radialement vers l'extérieur par rapport à la bague, chaque griffe rétractable présentant une configuration verrouillée, dans laquelle l'extrémité de verrouillage de la griffe fait saillie par rapport à la surface radialement externe de l'anneau central et pénètre dans la gorge associée à la griffe, et une configuration escamotée, dans laquelle l'extrémité de verrouillage de la griffe est escamotée, et

30

– un actionneur configuré pour amener les griffes rétractables de leur configuration escamotée à leur configuration verrouillée.

Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives du dispositif sont les suivantes, prises individuellement ou en combinaison :

– la bague présente un axe de révolution et un orifice centré sur l'axe de révolution, et l'actionneur comprend un anneau central fixé dans l'orifice en étant mobile en rotation autour de l'axe de révolution de la bague, ledit anneau central comprenant une surface radialement interne formant une série de surfaces de came, chaque surface de came étant configurée pour coopérer avec une griffe associée du dispositif afin de l'amener de sa configuration escamotée à sa configuration verrouillée lorsque l'anneau central tourne par rapport à la bague.

– l'anneau central comprend, au niveau de chaque surface de came et suivant un sens de rotation donné de l'anneau central dans la bague, une première partie présentant une épaisseur minimale suivie d'une deuxième partie présentant une épaisseur croissante jusqu'à un sommet configurée pour amener la griffe en configuration escamotée.

– en configuration verrouillée, chaque griffe est en contact avec la première partie de la surface de came tandis qu'en configuration escamotée, chaque griffe est en contact avec la deuxième partie de la surface de came.

– chaque griffe présente une embase rivetée sur la bague, et dans lequel la bague présente une face amont et une face aval, l'embase de chaque griffe étant rivetée sur l'une parmi la face amont et la face aval de la bague tandis que l'extrémité de verrouillage de chaque griffe est en contact avec l'autre parmi la face amont et la face aval.

– chaque griffe comprend une lame en U dont une première branche est fixée sur l'embase et une deuxième branche, libre, comprend l'extrémité de verrouillage.

– les moyens d'équilibrage comprennent une ou plusieurs masselottes, et la bague comprend en outre une série de doigts faisant saillie de sa face externe, chaque doigt étant configuré pour recevoir une masselotte.

– l'actionneur comprend une position de verrouillage, dans laquelle il laisse la griffe en configuration verrouillée, et une position de déverrouillage, dans laquelle il bloque la griffe en configuration escamotée, le dispositif comprenant en outre un ressort rotatif fixé d'une part sur la bague et d'autre

part sur l'actionneur et configuré pour amener automatiquement l'actionneur en position de verrouillage.

Selon un deuxième aspect, l'invention propose également une pièce
5 tournante, notamment un arbre rotatif d'une turbomachine, ladite pièce
tournante étant creuse au moins au niveau d'une extrémité et étant
caractérisée en ce qu'au moins une gorge est formée dans une face interne
de l'extrémité creuse de la pièce tournante, ladite au moins une gorge étant
10 configurée pour recevoir l'extrémité de verrouillage d'une griffe rétractable
d'un dispositif comme décrit ci-dessus.

La pièce peut comprendre une unique gorge circonférentielle
configurée pour recevoir l'extrémité de verrouillage des au moins trois griffes
rétractables.

15 Enfin, l'invention propose également une tige d'actionnement d'un
dispositif tel que décrit ci-dessus, ladite tige comprenant un embout configuré
pour actionner l'actionneur afin d'amener les griffes rétractables de leur
configuration escamotée à leur configuration verrouillée ; et dans laquelle
l'embout comprend au moins un doigt configuré pour venir en prise avec
20 l'actionneur afin de mettre en rotation ledit actionneur.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention
apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et au
25 regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur
lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective d'un exemple d'arbre rotatif sur
lequel est monté un dispositif d'équilibrage conforme à un mode de réalisation
de l'invention.

30 Les figure 2a et 2b sont des vues en perspective de face et de derrière
du dispositif d'équilibrage de la figure 1, sur lesquelles les griffes sont en
configuration de verrouillage.

Les figure 3a et 3b sont des vues en perspective de face et de derrière du dispositif d'équilibrage de la figure 1, sur lesquelles les griffes sont en configuration escamotée.

5 Les figure 4a et 4b sont des vues de côté du dispositif d'équilibrage et de l'extrémité de l'arbre rotatif de la figure 1, sur lesquelles les griffes sont en configuration de verrouillage (figure 4a) ou escamotée (figure 4b).

La figure 5 est une vue en perspective d'un exemple d'instrument pouvant être utilisé pour verrouiller ou escamoter les griffes du dispositif d'équilibrage de la figure 1.

10 La figure 6a est une vue en perspective d'un premier exemple de réalisation de l'instrument de la figure 5, inséré dans le dispositif d'équilibrage de la figure 1.

La figure 6b est une vue en perspective d'un deuxième exemple de réalisation de l'instrument de la figure 5, inséré dans le dispositif d'équilibrage
15 de la figure 1.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

Dans ce qui suit, l'invention sera plus particulièrement décrite dans le cas de l'équilibrage d'un arbre 2 rotatif d'un moteur, qui peut être creux sur
20 toute sa longueur ou comprendre au moins une extrémité creuse 2b. Ceci n'est cependant pas limitatif, l'invention trouvant application dans tout type de pièce tournante qui comprend au moins une extrémité creuse 2b.

Par ailleurs, par « arrière » du moteur on désignera la partie du moteur par laquelle est accessible la pièce tournante, ici sa partie aval (l'amont et
25 l'aval étant définis par rapport au sens d'écoulement des gaz dans le moteur).

Il est proposé ici de réaliser l'équilibrage en dehors du moteur à l'aide d'un dispositif 1 d'équilibrage puis de rapporter et de fixer ce dispositif 1 pré-équipé de balourds sur l'arbre 2 de manière simple en le faisant glisser depuis
30 l'axe X moteur. Les opérations de montage dans l'espace réduit du moteur sont donc nettement réduites et les balourds ne sont pas directement montés sur l'arbre 2.

Pour cela, l'arbre 2 comprend au moins une gorge 3 formée dans une face interne 2a de son extrémité creuse 2b et le dispositif 1 d'équilibrage comprend :

- 5 – une bague 10 configurée pour être introduite dans l'extrémité creuse 2b de l'arbre 2, ladite bague 10 présentant une surface radialement externe 12 configurée pour venir en contact ajusté contre la face interne 2a de l'extrémité de l'arbre 2,
- 10 – des moyens d'équilibrage 6 fixés sur la bague 10 et configurés pour compenser un balourd de l'arbre 2,
- 15 – au moins trois griffes 20 rétractables fixées sur la bague 10 et comprenant chacune une extrémité de verrouillage 21 mobile radialement vers l'extérieur par rapport à la bague 10, chaque griffe 20 rétractable présentant une configuration verrouillée, dans laquelle l'extrémité de verrouillage 21 de la griffe 20 fait saillie par rapport à la surface radialement externe 12 de l'anneau central 30 et pénètre dans la gorge 3 de l'arbre 2, et une configuration escamotée, dans laquelle l'extrémité de verrouillage 21 de la griffe 20 est escamotée. Optionnellement, dans la configuration escamotée, l'extrémité de verrouillage 21 ne dépasse pas de la surface radialement externe 12 de la bague 10, et
- 20 – un actionneur 30 configuré pour amener les griffes 20 rétractables de leur configuration escamotée à leur configuration verrouillée.

Le dispositif 1 d'équilibrage sert donc de pièce intermédiaire entre les moyens d'équilibrage 6 et l'arbre 2, ce qui permet d'ajuster le balourd en dehors du moteur puis de n'avoir plus qu'à faire glisser le dispositif 1 d'équilibrage jusqu'à l'arbre 2 avant de l'y fixer grâce à l'actionneur 30 et aux griffes 20 rétractables. Les moyens d'équilibrage 6 ne sont donc plus montés directement sur l'arbre 2, mais font partie du dispositif 1 d'équilibrage.

30 La surface radialement externe 12 de la bague 10 est sensiblement complémentaire de la face interne 2a de l'extrémité creuse 2b de l'arbre 2 afin de permettre son insertion avec serrage. Dans la mesure où la pièce à

équilibrer est ici un arbre 2 rotatif d'un moteur, la surface radialement externe 12 de la bague 10 est globalement cylindrique de révolution (aux rainures et orifices près) autour d'un axe X de révolution X.

Un orifice 14 centré sur l'axe X est formé dans la bague 10. De même, 5 l'orifice 14 est de préférence cylindrique de révolution.

L'orifice 14 est traversant.

Dans une forme de réalisation, l'arbre 2 comprend une unique gorge 3 10 circonférentielle. Cette forme de réalisation permet de simplifier l'usinage de l'arbre 2 et la mise en position des griffes 20 dans la gorge 3. En variante, l'arbre 2 peut comprendre autant de gorges 3 qu'il y a de griffes 20. Les dimensions (profondeur et largeur de la gorge 3) sont choisies de manière à 15 permettre l'introduction sans jeu des griffes 20 dans la gorge 3, tout en garantissant un maintien suffisant des griffes 20 lors du fonctionnement de l'arbre 2.

15

Les moyens d'équilibrage 6 peuvent notamment comprendre des masselottes 6 rapportées et fixées sur le dispositif 1 d'équilibrage ou être formés intégralement avec le dispositif 1 d'équilibrage, comme cela est par 20 exemple décrit dans le document FR 3 019 865 au nom de la Demanderesse.

Dans le cas des masselottes 6, la bague 10 peut par exemple 25 comprendre une série de doigts 4 faisant saillie de sa face externe. Chaque doigt 4 est alors configuré pour recevoir une masselotte 6. Typiquement, les masselottes 6 peuvent être vissées dans un doigt 4 correspondant. Les masselottes 6 peuvent être de masse fixe prédéfinie ou usinées selon le besoin. En parallèle, l'arbre 2 présente alors des encoches 5 configurées 30 pour recevoir avec serrage les doigts 4. Les encoches 5 bloquent ainsi tout mouvement de rotation du dispositif 1 de réglage par rapport à l'arbre 2.

L'actionneur 30 comprend un anneau central 30 fixé dans l'orifice 14 30 en étant mobile en rotation autour de l'axe X de révolution de la bague 10. Une série de surfaces de came 31 sont par ailleurs formées dans la face interne 2a de cet anneau central 30, chaque surface de came étant

configurée pour coopérer avec une griffe 20 associée du dispositif 1 afin de l'amener de sa configuration escamotée à sa configuration verrouillée.

L'anneau central 30 présente une épaisseur (dimension suivant une direction radiale par rapport à l'axe X de rotation de l'anneau central 30 dans la bague 10) variable entre une épaisseur minimale et une épaisseur maximale afin de former les surfaces de came 31. Plus précisément, l'anneau central 30 comprend successivement, en parcourant l'anneau central 30 dans un sens de rotation donné, plusieurs surfaces de came 31 formées chacune d'une première partie 32 comprenant l'épaisseur minimale, puis d'une deuxième partie 33 comprenant l'épaisseur maximale et enfin d'une troisième partie 34, connectant la première et la deuxième partie 32, 33. L'épaisseur de l'anneau central 30 est de préférence sensiblement constante, à 10% près, dans toute la première partie 32, sur une distance (suivant le sens de rotation donné) au moins égale à la largeur de la griffe 20 afin de la loger dans une position stable. Puis, dans la deuxième partie 33, l'épaisseur de l'anneau central 30 croît progressivement en parcourant l'anneau central 30 dans le sens de rotation donné jusqu'à atteindre l'épaisseur maximale de l'anneau central 30. On notera que l'épaisseur de l'anneau central 30 dans la deuxième partie 33 reste sensiblement constante et égale à l'épaisseur maximale sur une distance (suivant le sens de rotation donné) au moins égale à la largeur de la griffe 20 afin de la loger dans une position stable. Enfin, l'épaisseur de l'anneau central 30 diminue brusquement en formant un cran dans la troisième partie 34, jusqu'à atteindre l'épaisseur minimale de l'anneau central 30 dans la première partie 32 de la surface de came 31 suivante. La surface interne 2a de l'anneau central 30 au niveau de sa première 32, de sa deuxième 33 et de sa troisième partie 34 forme donc une surface de came 31.

De préférence, l'anneau central 30 comprend autant de surfaces de came 31 (et donc de première, deuxième et troisième parties 32, 33, 34 successives) qu'il y a de griffes 20.

Ainsi, en fonctionnement, l'anneau central 30 est fixé dans la bague 10 en étant mobile à rotation par rapport à la bague 10. Par exemple, l'un

parmi l'anneau central 30 et la bague 10 peut comprendre une nervure configurée pour être insérée dans une rainure formée dans l'autre parmi la bague et l'anneau central 30. Par ailleurs, on notera que le jeu dans le guidage entre l'anneau central 30 et la bague 10 est dimensionné de sorte que le frottement soit suffisant afin que l'anneau central 30 ne puisse pas
5 tourner de lui-même lors des décélérations ou accélérations de la machine.

Les griffes 20 rétractables sont de préférences identiques les unes aux autres.

10 Chaque griffe 20 comprend :

- une embase 22, configurée pour être fixée sur une des faces de la bague 10, par exemple la face arrière, et
- une lame 24 en U comprenant trois branches, une première branche 25 étant fixée sur l'embase 22, une deuxième branche 26, libre, formant
15 l'extrémité de verrouillage 21, et une troisième branche 27 connectant la première et la deuxième branche 26.

L'embase 22 peut notamment être fixée sur la bague 10 par rivetage. Par exemple, l'embase 22 peut être fixée à l'aide de deux rivets 23 sur la bague 10 afin de garantir le maintien mécanique de la griffe 20, notamment
20 en rotation, sur la bague 10.

La lame 24 en U peut notamment être réalisée par découpe et pliage d'une tôle métallique. Le matériau, la forme et l'épaisseur de la lame 24 en U sont choisis pour conférer à la lame 24 une élasticité et une robustesse suffisantes pour résister à la force centrifuge et empêcher toute séparation
25 involontaire de la bague 10 et de l'arbre 2.

La lame 24 en U et l'embase 22 peuvent être formées intégralement et en une seule pièce, par exemple par découpe et pliage. En variante, la lame 24 en U peut être rapportée et fixée sur l'embase 22, par exemple par rivetage ou par soudure.

30 La griffe 20 présente de préférence une symétrie radiale (c'est-à-dire par rapport à un axe transversal à l'axe X et s'étendant suivant une direction

radiale), la lame 24 en U, les rivets 23 et l'embase 22 étant symétriques par rapport à cet axe transversal.

Une fois fixée sur la bague 10, en position de repos (c'est-à-dire lorsque la griffe 20 n'est pas sollicitée mécaniquement par l'actionneur 30), la première branche 25 de la griffe 20 s'étend en regard de la face de la bague 10 sur laquelle est fixée l'embase 22 (ici, la face arrière), la deuxième branche 26 s'étend en regard de l'autre face de la bague 10 (ici la face avant) et la troisième branche 27 s'étend contre l'une des surfaces de came 31, en regard de la paroi définissant l'orifice 14 de la bague 10.

La longueur de la deuxième branche 26 de la lame 24 en U est choisie de sorte que, en position de repos, son extrémité libre, qui correspond à l'extrémité de verrouillage 21, fait saillie par rapport à la face externe de la bague 10, c'est-à-dire qu'elle dépasse par rapport à cette face externe 12.

Les griffes 20 sont fixées sur la bague 10, par exemple par rivetage, de manière à chevaucher l'anneau central 30. De la sorte, lorsque le dispositif 1 d'équilibrage est inséré dans l'extrémité creuse 2b de l'arbre 2, la rotation de l'anneau central 30 par rapport à la bague 10 dans le sens de rotation donné a donc pour effet d'amener les griffes 20 de leur configuration verrouillée à leur configuration escamotée, et inversement.

En effet, dans le sens de rotation donné, la troisième branche 27 de la griffe 20 glisse successivement le long de la première partie 32, dans laquelle l'extrémité de verrouillage 21 fait saillie par rapport à la face radialement externe de la bague 10 de sorte que l'extrémité de verrouillage 21 de la griffe 20 est insérée dans la ou les gorges 3 de l'arbre 2 et bloque le dispositif 1 d'équilibrage en position par rapport à l'arbre 2, puis le long de la deuxième partie 33, où la griffe 20 glisse le long de la surface de came et sa troisième branche 27 est progressivement écartée de la bague 10, de sorte que l'extrémité de verrouillage 21 des griffes 20 est escamotée et n'empêche pas le retrait ou l'introduction du dispositif 1 d'équilibrage dans l'arbre 2. L'extrémité de verrouillage 21 est donc progressivement escamotée.

Le profil de la surface de came 31 au niveau de chaque deuxième partie 33 de l'anneau central 30 est choisi de manière à être suffisamment doux (accroissement progressif de l'épaisseur de l'anneau central 30) pour ne pas gripper le mouvement tout en garantissant que l'amplitude en bout de profil soit suffisamment importante pour escamoter suffisamment la griffe 20.

On comprendra que, lorsque le dispositif 1 d'équilibrage est inséré dans l'arbre 2 et que les griffes 20 sont en configuration de verrouillage, leur extrémité de verrouillage 21 étant logée dans la ou les gorges 3 associée(s) de l'arbre 2, les griffes 20 bloquent tout mouvement en translation de la bague 10 par rapport à l'arbre 2.

Le cas échéant, afin d'empêcher la rotation du dispositif 1 d'équilibrage par rapport à l'arbre 2, des crans peuvent être formés sur la surface radialement externe 12 de la bague 10 (respectivement sur la face interne 2a de l'arbre 2) et des protubérances complémentaires peuvent s'étendre de la face interne 2a de l'arbre 2 (respectivement de la face radialement externe de la bague 10). Le cas échéant, les encoches 5 et les doigts 4 précédemment décrits peuvent jouer le rôle des crans et protubérances.

De manière optionnelle, le dispositif 1 d'équilibrage peut en outre comprendre un ressort rotatif (non illustré sur les figures) ou tout dispositif équivalent fixé d'une part sur la bague 10 et d'autre part sur l'anneau central 30. Le ressort est configuré de sorte que, en position de repos, l'anneau central 30 est positionné par rapport à la bague 10 de sorte que les griffes 20 soient en configuration de verrouillage, c'est-à-dire en contact avec la première partie 32 (à faible épaisseur) de l'anneau central 30.

Lors des accélérations et décélérations de l'arbre 2, le dispositif 1 d'équilibrage est conçu pour s'auto-sécuriser, l'inertie ayant tendance à amener les griffes 20 en configuration de verrouillage. Par ailleurs, en plaçant le dispositif 1 d'équilibrage à l'intérieur de l'arbre 2 plutôt qu'à l'extérieur, les griffes 20 ont tendance à se plaquer dans le fond de la ou des gorge(s) 3 de

l'arbre 2 (plutôt que de s'ouvrir) lorsque celui-ci est en mis en rotation à haute vitesse, sécurisant ainsi le système encore d'avantage le dispositif 1.

Le montage et le démontage du dispositif d'équilibrage 1 peuvent être
5 réalisés facilement et rapidement depuis l'arrière du moteur à l'aide de tout(tous) instrument(s) adapté(s), capable d'immobiliser l'arbre 2 et de faire tourner l'anneau central 30 par rapport à la bague 10 dans le sens de verrouillage afin d'amener les griffes 20 en configuration de verrouillage et le cas échéant (en cas d'absence de ressort) dans le sens de déverrouillage
10 afin d'amener les griffes 20 en configuration escamotée.

Par exemple, un instrument pouvant être utilisé peut comprendre une tige 50 présentant, au niveau d'une première extrémité, un embout 52 configuré pour actionner l'actionneur 30 afin d'amener les griffes 20 rétractables de leur configuration escamotée à leur configuration verrouillée.
15 L'embout 52 peut notamment comprendre au moins un doigt 54 configuré pour venir en prise avec la face interne 2a de l'anneau central 30 afin de mettre en rotation ledit anneau central 30. De préférence, l'embout comprend autant de doigts 54 qu'il y a de surfaces de came 31 afin d'améliorer la coopération entre l'embout 52 et l'anneau central 30.

20 Au niveau d'une deuxième extrémité, la tige 50 peut comprendre une poignée afin de faciliter la manipulation de la tige 50 par un opérateur. Cette poignée peut notamment présenter la forme d'un volant, d'une manette, d'un grip, d'un écrou à croisillon, d'une boule, d'une surface moletée, etc.

La forme de l'embout 52 est complémentaire de la forme des surfaces
25 de came 31 afin d'assurer une bonne coopération. Typiquement, les doigts 54 peuvent présenter chacun un pan dont une pente présente une inclinaison sensiblement complémentaire de l'inclinaison du cran formé par la troisième partie des surfaces de came 31.

Lorsque le dispositif d'équilibrage 1 comprend un ressort rotatif (ou tout
30 moyen équivalent) configuré pour ramener automatiquement les griffes 20 (via l'anneau central 30) dans leur configuration de verrouillage, les doigts 54

peuvent ne comprendre que le pan configuré pour coopérer avec le cran des surfaces de came 31 (Fig. 6a).

En revanche, lorsque le dispositif d'équilibrage 1 est dépourvu de ressort rotatif, l'embout 52 peut par exemple présenter une forme complémentaire du passage central de l'anneau central 30 de sorte que la bordure de l'embout 52 vienne en contact surfacique en position serrée avec les surfaces de came 31 (Fig. 6b). La rotation, dans un sens ou dans un autre, de l'embout 52 entraîne donc l'anneau central 30 en rotation, que ce soit pour escamoter ou verrouiller les griffes 20.

Bien entendu, dans le cas où le dispositif d'équilibrage 1 comprend un ressort rotatif, l'embout 52 peut également comprendre une forme complémentaire du passage central de l'anneau central 30, auquel cas les doigts peuvent être optionnels (Fig. 6a).

La tige 50 peut notamment être réalisée en tout ou partie dans un matériau composite de carbone pultrudé. La longueur entre la première et la deuxième extrémité de la tige 50 est par ailleurs choisie de manière à être plus grande, par exemple d'au moins 10%, que la distance entre le dispositif d'équilibrage une fois celui-ci positionné dans le moteur et l'arrière du moteur. Typiquement, pour une distance de 820 mm, la tige 50 peut mesurer environ 1200 mm. Pour des distances d'accès plus réduite, l'outillage peut se limiter à un outil à main sans perche.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif (1) pour l'équilibrage d'une pièce tournante (2), ladite
5 pièce tournante (2) étant creuse au moins au niveau d'une extrémité (2b), au
moins une gorge (3) étant formée dans une face interne (2a) de l'extrémité
creuse (2b) de la pièce tournante (2), le dispositif (1) comprenant :
- une bague (10) configurée pour être introduite dans l'extrémité creuse
10 radialement externe (12) configurée pour venir en contact ajusté contre la
face interne (2a) de l'extrémité creuse (2b) de la pièce tournante (2),
 - des moyens d'équilibrage (6) fixés sur la bague (10) et configurés pour
compenser un balourd de la pièce tournante (2),
 - au moins trois griffes (20) rétractables fixées sur la bague (10) et
15 comprenant chacune une extrémité de verrouillage (21) mobile radialement
vers l'extérieur par rapport à la bague (10), chaque griffe (20) rétractable
présentant une configuration verrouillée, dans laquelle l'extrémité de
verrouillage (21) de la griffe (20) fait saillie par rapport à la surface radialement
externe (12) de l'anneau central (30) et pénètre dans la gorge (3) associée à
20 la griffe (20) , et une configuration escamotée, dans laquelle l'extrémité de
verrouillage (21) de la griffe (20) est escamotée, et
 - un actionneur (30) configuré pour amener les griffes (20) rétractables
de leur configuration escamotée à leur configuration verrouillée.
- 25 2. Dispositif (1) selon la revendication 1, dans lequel la bague (10)
présente un axe de révolution (X) et un orifice (14) centré sur l'axe de
révolution (X), et l'actionneur (30) comprend un anneau central (30) fixé dans
l'orifice (14) en étant mobile en rotation autour de l'axe de révolution (X) de
la bague (10), ledit anneau central (30) comprenant une surface radialement
30 interne formant une série de surfaces de came (31), chaque surface de came
(31) étant configurée pour coopérer avec une griffe (20) associée du dispositif

(1) afin de l'amener de sa configuration escamotée à sa configuration verrouillée lorsque l'anneau central (30) tourne par rapport à la bague (10).

5 3. Dispositif (1) selon la revendication 2, dans lequel l'anneau central (30) comprend, au niveau de chaque surface de came (31) et suivant un sens de rotation donné de l'anneau central (30) dans la bague (10), une première partie (32) présentant une épaisseur minimale suivie d'une deuxième partie (33) présentant une épaisseur croissante jusqu'à un sommet configurée pour amener la griffe (20) en configuration escamotée.

10

4. Dispositif (1) selon la revendication 3, dans lequel, en configuration verrouillée, chaque griffe (20) est en contact avec la première partie (32) de la surface de came (31) tandis qu'en configuration escamotée, chaque griffe (20) est en contact avec la deuxième partie (33) de la surface de came (31).

15

5. Dispositif (1) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel chaque griffe (20) présente une embase (22) rivetée sur la bague (10), et dans lequel la bague (10) présente une face amont et une face aval, l'embase (22) de chaque griffe étant rivetée sur l'une parmi la face amont et la face
20 aval de la bague (10) tandis que l'extrémité de verrouillage (21) de chaque griffe (20) est en contact avec l'autre parmi la face amont et la face aval.

6. Dispositif (1) selon la revendication 5, dans lequel chaque griffe (20) comprend une lame (24) en U dont une première branche (25) est fixée sur
25 l'embase (22) et une deuxième branche (26), libre, comprend l'extrémité de verrouillage (21).

7. Dispositif (1) selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel les moyens d'équilibrage (6) comprennent une ou plusieurs masselottes (6), et
30 la bague (10) comprend en outre une série de doigts (4) faisant saillie de sa face externe, chaque doigt (4) étant configuré pour recevoir une masselotte (6).

8. Dispositif (1) selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel l'actionneur (30) comprend une position de verrouillage, dans laquelle il laisse la griffe (20) en configuration verrouillée, et une position de déverrouillage, dans laquelle il bloque la griffe (20) en configuration escamotée, le dispositif (1) comprenant en outre un ressort rotatif fixé d'une part sur la bague (10) et d'autre part sur l'actionneur (30) et configuré pour amener automatiquement l'actionneur (30) en position de verrouillage.

9. Pièce tournante (2), notamment un arbre rotatif d'une turbomachine, ladite pièce tournante (2) étant creuse au moins au niveau d'une extrémité et étant caractérisée en ce qu'au moins une gorge (3) est formée dans une face interne (2a) de l'extrémité creuse (2b) de la pièce tournante (2), ladite au moins une gorge (3) étant configurée pour recevoir l'extrémité de verrouillage (21) d'une griffe (20) rétractable d'un dispositif (1) selon l'une des revendications 1 à 7.

10. Pièce tournante (2) selon la revendication 9, comprenant une unique gorge (3) circonférentielle configurée pour recevoir l'extrémité de verrouillage des au moins trois griffes (20) rétractables.

11. Tige d'actionnement (50) d'un dispositif (1) selon l'une des revendications 1 à 8, ladite tige comprenant un embout (52) configuré pour actionner l'actionneur (30) afin d'amener les griffes (20) rétractables de leur configuration escamotée à leur configuration verrouillée ; et dans laquelle l'embout (52) comprend au moins un doigt (54) configuré pour venir en prise avec l'actionneur (30) afin de mettre en rotation ledit actionneur (30).

FIG. 1

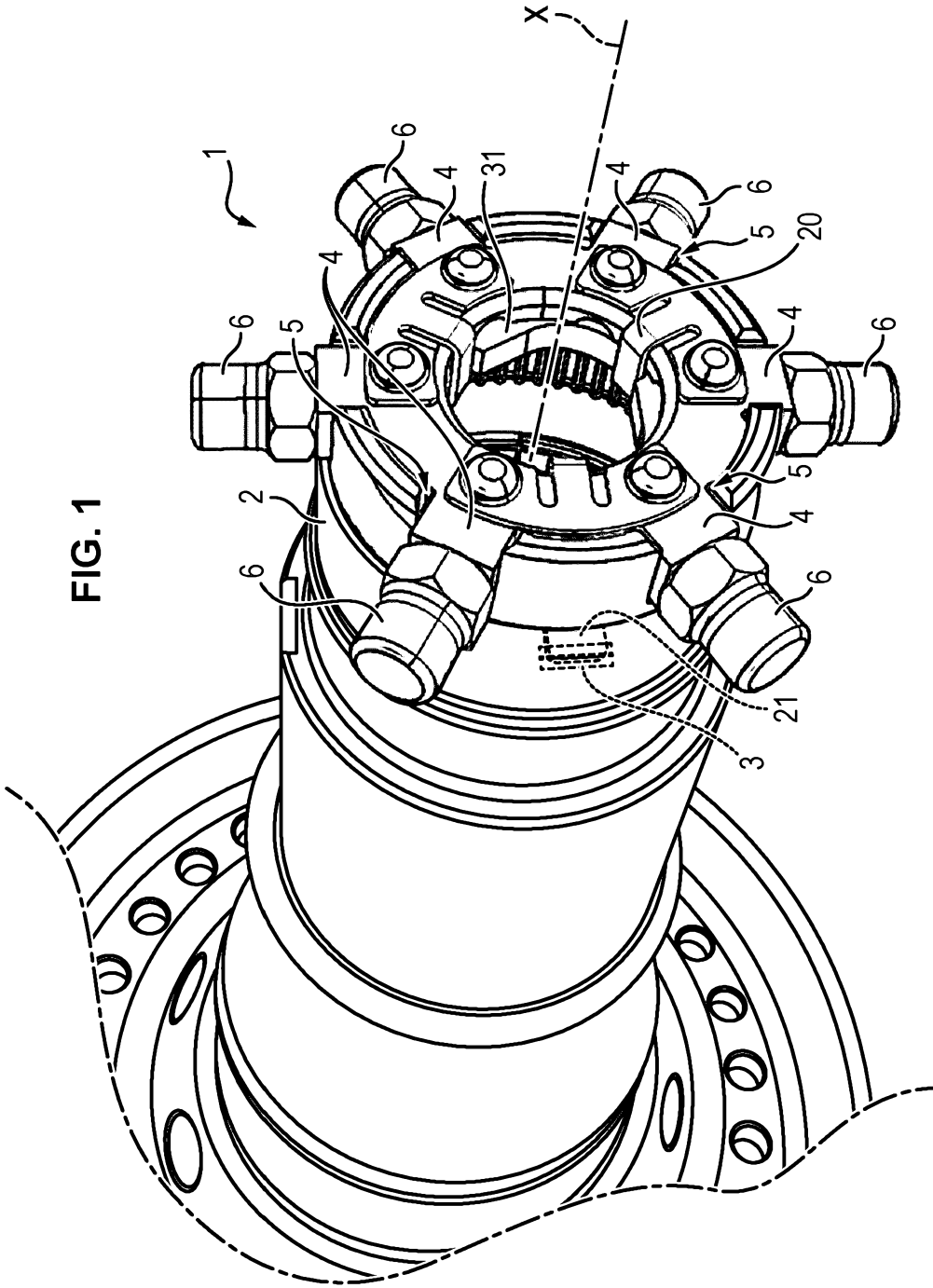


FIG. 2a

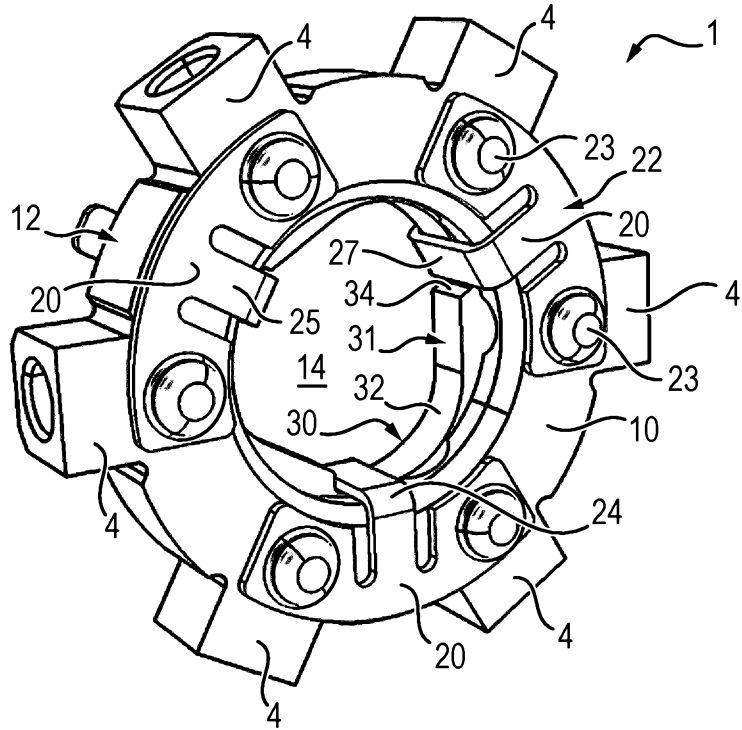


FIG. 2b

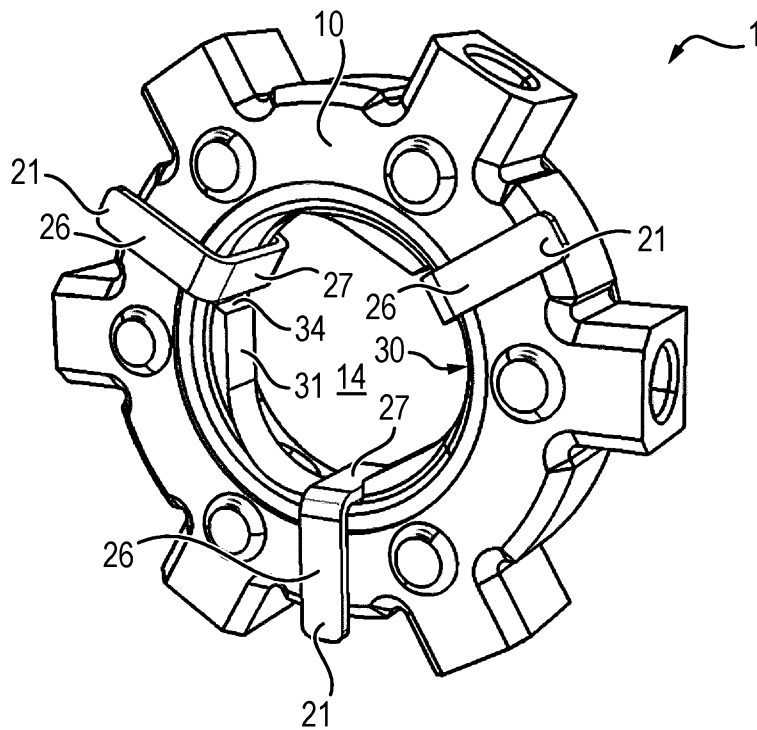


FIG. 3a

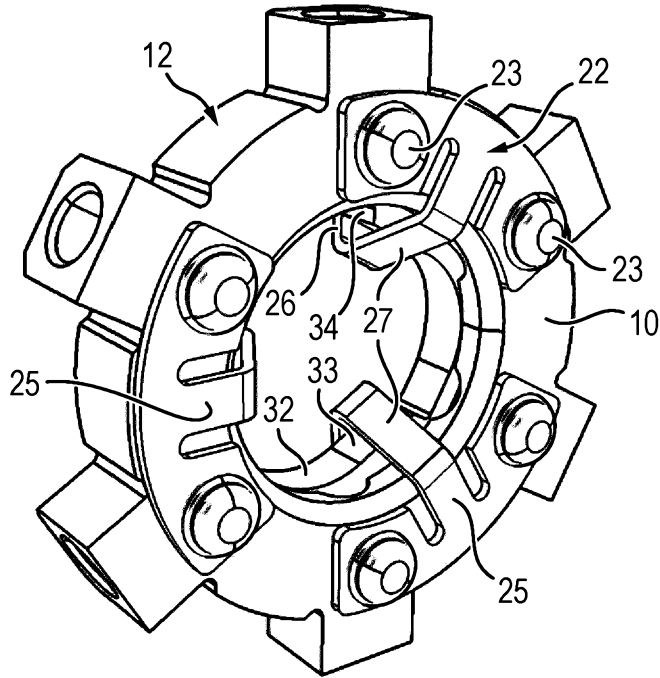


FIG. 3b

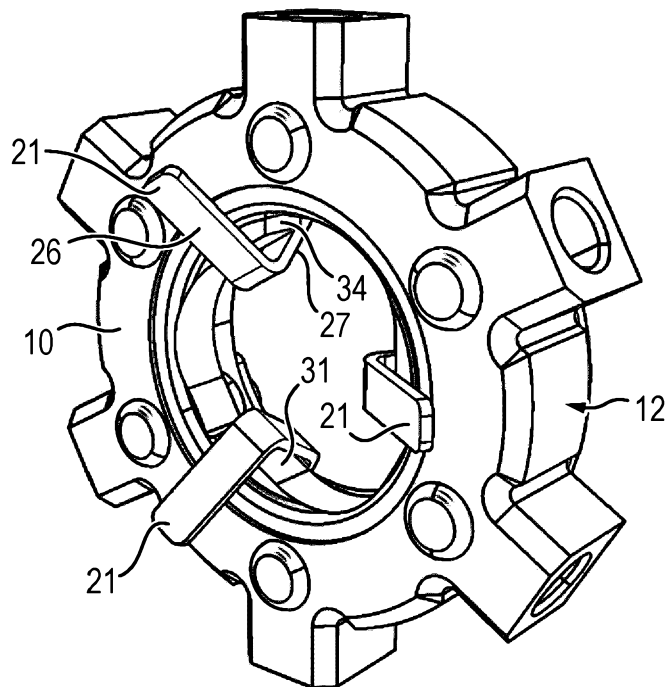


FIG. 4b

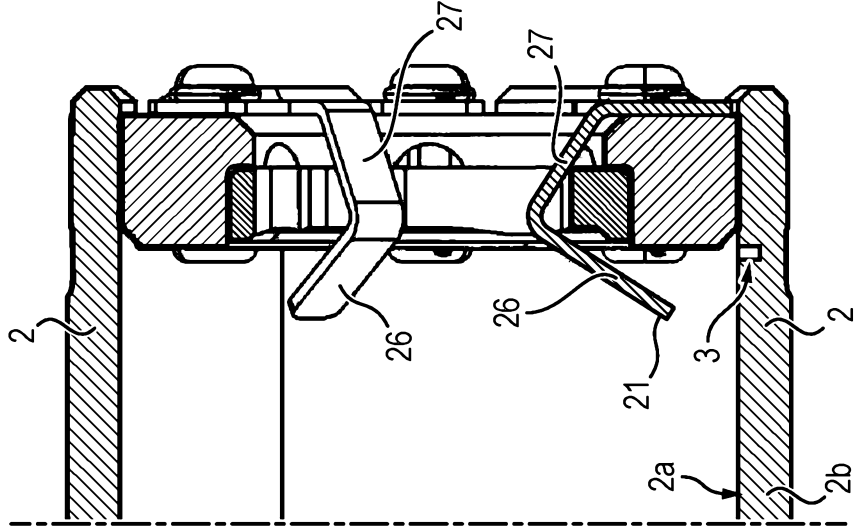


FIG. 4a

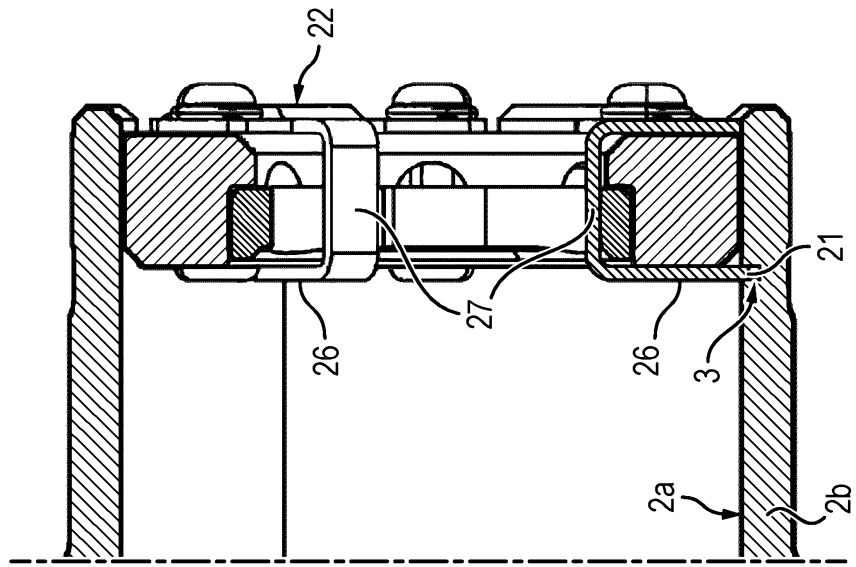
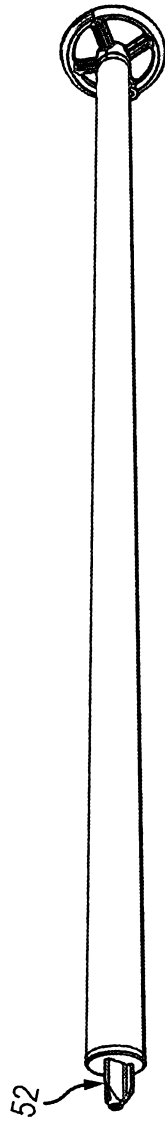


FIG. 5

50



52

FIG. 6a

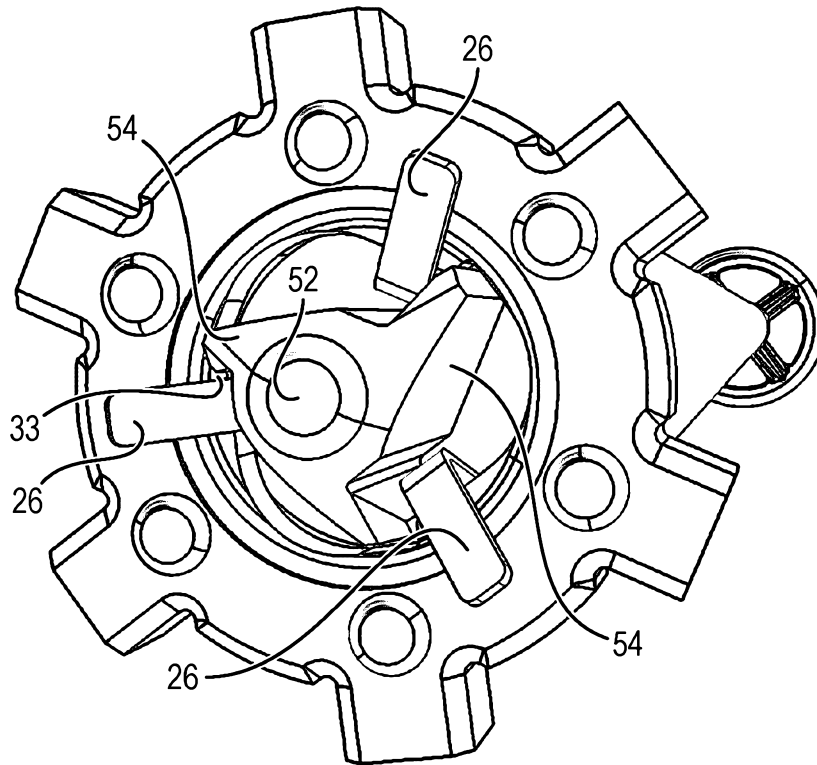
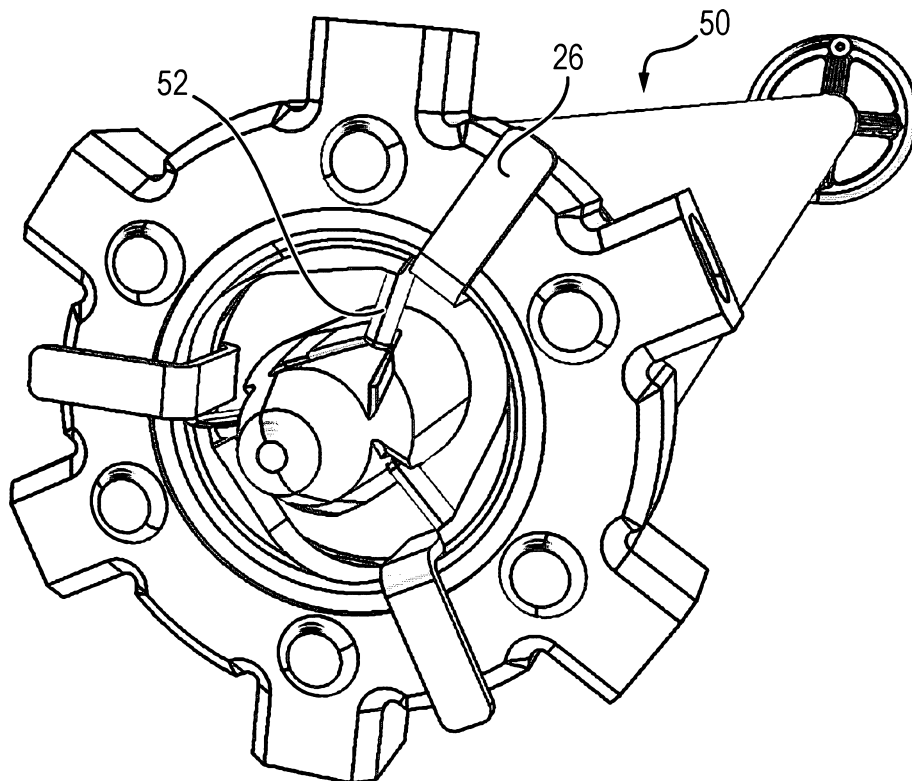


FIG. 6b



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche
N° d'enregistrement
nationalFA 841588
FR 1755884

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2009/107237 A1 (RAMLOGAN AMARNATH [US] ET AL) 30 avril 2009 (2009-04-30) * figures 1, 3, 5 * * alinéas [0026], [0027] * -----	1-11	F16F15/34 F16F15/22 F01D25/28 F01D25/04
A	US 6 471 453 B1 (WINEBRENNER JOHN R [US] ET AL) 29 octobre 2002 (2002-10-29) * le document en entier * -----	1-11	
A	FR 2 949 139 A1 (SNECMA [FR]) 18 février 2011 (2011-02-18) * le document en entier * -----	1-11	
A	EP 3 101 738 A1 (SOURIAU [FR]) 7 décembre 2016 (2016-12-07) * le document en entier * -----	1-11	
A	WO 2011/056166 A1 (GKN DRIVELINE NORTH AMERICA [US]; STREATHER GAVIN [US]; WEISS ROBERT L) 12 mai 2011 (2011-05-12) * le document en entier * -----	1-11	
A	JP H03 104550 U (-) 30 octobre 1991 (1991-10-30) * le document en entier * -----	1-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F16F F01D F02C G01M
A	DE 10 2011 102315 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 29 novembre 2012 (2012-11-29) * le document en entier * -----	1-11	F16B F16D
A	WO 2017/093395 A1 (NUOVO PIGNONE TECNOLOGIE SRL [IT]) 8 juin 2017 (2017-06-08) * le document en entier * -----	1-11	
-/--			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 mars 2018		Thiercelin, A	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
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	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 841588
FR 1755884

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2008/205809 A1 (LIN STEVE X [US] ET AL) 28 août 2008 (2008-08-28) * le document en entier *	1-11	
A	US 8 616 325 B1 (MESA GILBERTO [US]) 31 décembre 2013 (2013-12-31) * le document en entier *	1-11	
A	FR 2 666 266 A1 (SNECMA [FR]) 6 mars 1992 (1992-03-06) * le document en entier *	1-11	
A	EP 2 447 472 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 2 mai 2012 (2012-05-02) * le document en entier *	1-11	
A	FR 2 963 815 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 17 février 2012 (2012-02-17) * le document en entier *	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		5 mars 2018	Thiercelin, A
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1755884 FA 841588**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **05-03-2018**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2009107237	A1	30-04-2009	AUCUN	

US 6471453	B1	29-10-2002	AU 2002257181 A1	09-12-2002
			CA 2446727 A1	05-12-2002
			EP 1523621 A2	20-04-2005
			JP 4361785 B2	11-11-2009
			JP 2005508259 A	31-03-2005
			TW 570853 B	11-01-2004
			US 6471453 B1	29-10-2002
			WO 02097263 A2	05-12-2002

FR 2949139	A1	18-02-2011	AUCUN	

EP 3101738	A1	07-12-2016	EP 3101738 A1	07-12-2016
			FR 3036860 A1	02-12-2016
			US 2016352044 A1	01-12-2016

WO 2011056166	A1	12-05-2011	EP 2496856 A1	12-09-2012
			US 2012220384 A1	30-08-2012
			WO 2011056166 A1	12-05-2011

JP H03104550	U	30-10-1991	JP H0649952 Y2	14-12-1994
			JP H03104550 U	30-10-1991

DE 102011102315	A1	29-11-2012	AUCUN	

WO 2017093395	A1	08-06-2017	AUCUN	

US 2008205809	A1	28-08-2008	CN 101254748 A	03-09-2008
			DE 102008009619 A1	28-08-2008
			GB 2447124 A	03-09-2008
			JP 2008207801 A	11-09-2008
			US 2008205809 A1	28-08-2008

US 8616325	B1	31-12-2013	US 8616325 B1	31-12-2013
			US 8997917 B1	07-04-2015

FR 2666266	A1	06-03-1992	DE 69104941 D1	08-12-1994
			DE 69104941 T2	04-05-1995
			EP 0474560 A1	11-03-1992
			FR 2666266 A1	06-03-1992
			US 5177847 A	12-01-1993

EP 2447472	A2	02-05-2012	EP 2447472 A2	02-05-2012
			US 2012107095 A1	03-05-2012

EPO FORM P0465

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

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1755884 FA 841588**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **05-03-2018**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2963815	A1	17-02-2012	AUCUN

EPO FORM P0465

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