



(11)

EP 3 728 794 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

28.02.2024 Bulletin 2024/09

(21) Numéro de dépôt: **18833974.1**

(22) Date de dépôt: **18.12.2018**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

F01D 5/22 ^(2006.01) **F04D 29/32** ^(2006.01)

F01D 5/10 ^(2006.01) **F01D 5/26** ^(2006.01)

F04D 29/66 ^(2006.01) **F01D 25/04** ^(2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

F01D 25/04; F05D 2220/36; F05D 2260/96

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2018/053375

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2019/122691 (27.06.2019 Gazette 2019/26)

(54) **DISPOSITIF AMORTISSEUR**

DÄMPFERVORRICHTUNG

DAMPER DEVICE

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **18.12.2017 FR 1762358**

19.12.2017 FR 1762545

(43) Date de publication de la demande:

28.10.2020 Bulletin 2020/44

(73) Titulaire: **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES**

75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:

- **JOLY, Philippe, Gérard, Edmond**
77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR)
- **COMIN, François, Jean**
77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR)

• **DOUGUET, Charles, Jean-Pierre**
77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR)

• **JABLONSKI, Laurent**
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)

• **LAGARDE, Romain, Nicolas**
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)

• **PERROLLAZ, Jean-Marc, Claude**
77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Regimbeau**

20, rue de Chazelles
75847 Paris Cedex 17 (FR)

(56) Documents cités:

EP-A1- 2 009 238 EP-A1- 3 724 455

FR-A1- 2 888 876 US-A1- 2017 167 264

US-A1- 2017 226 861

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention concerne un ensemble comprenant un module rotor de turbomachine.

[0002] L'invention vise plus spécifiquement un ensemble pour turbomachine comprenant deux modules rotor et un dispositif amortisseur.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0003] Un module rotor de turbomachine comprend généralement un ou plusieurs étage(s), chaque étage comprenant un disque centré sur un axe longitudinal de turbomachine, correspondant à l'axe de rotation du module rotor. La mise en rotation du disque est généralement assurée par un arbre rotatif auquel il est relié solidairement, par exemple au moyen d'un tourillon de module rotor, l'arbre rotatif s'étendant selon l'axe longitudinal de la turbomachine. Des aubes sont montées à la périphérie externe du disque, et réparties circonférentiellement, de manière régulière autour de l'axe longitudinal. Chaque aube s'étend depuis le disque, et comprend en outre une pale, une plateforme, une échasse et un pied. Le pied est encastré dans un logement du disque configuré à cet effet, la pale est balayée par un flux traversant la turbomachine, et la plateforme forme une portion de la surface interne de la veine de flux.

[0004] Le domaine de fonctionnement d'un module rotor est limité, notamment à cause de phénomènes aéroélastiques. Les modules rotor de turbomachines modernes, qui possèdent une charge aérodynamique élevée, et un nombre réduit d'aubes, sont plus sensibles à ce type de phénomènes. En particulier, ils présentent des marges réduites entre les zones de fonctionnement sans instabilité et les zones instables. Il est néanmoins impératif de garantir une marge suffisante entre le domaine de stabilité et celui de l'instabilité, ou de démontrer que le module rotor peut fonctionner dans la zone d'instabilité sans dépasser sa limite d'endurance. Ceci permet de garantir un fonctionnement sans risque dans toute la vie et tout le domaine de fonctionnement de la turbomachine.

[0005] Le fonctionnement dans la zone d'instabilité se caractérise par un couplage entre le fluide et la structure, le fluide apportant l'énergie à la structure, et la structure répondant sur ses modes propres à des niveaux pouvant dépasser la limite d'endurance du matériau constituant l'aube. Ceci génère des instabilités vibratoires qui accélèrent l'usure du module rotor, et diminuent sa durée de vie.

[0006] Afin de limiter ces phénomènes, il est connu de mettre en place un système amortissant la réponse dynamique de l'aube, afin de garantir que celle-ci ne dépasse pas la limite d'endurance du matériau quel que soit le point de fonctionnement du module rotor. Cependant, la plupart des systèmes connus de l'art antérieur s'attachent à amortir des modes de vibration à dé-

phasage non nul, et caractérisant une réponse asynchrone des aubes aux sollicitations aérodynamiques. De tels systèmes ont par exemple été décrits dans les documents FR 2 949 142, EP 1 985 810 et FR 2 923 557, au nom de la Demanderesse. Ces systèmes sont tous configurés pour être logés entre la plateforme et le pied de chaque aube, dans le logement délimité par les échasses respectives de deux aubes successives. Par ailleurs, de tels systèmes fonctionnent lorsque deux plateformes d'aubes successives se déplacent l'une par rapport à l'autre, par dissipation de l'énergie de vibration, par exemple par frottement. Un autre dispositif amortisseur est divulgué dans le document EP 3 724 455 A1.

[0007] Cependant, ces systèmes sont totalement inefficaces pour amortir les modes de vibration présentant un déphasage nul faisant participer les aubes et la ligne rotor, c'est-à-dire son arbre rotatif. De tels modes se caractérisent par une flexion des aubes de rotor avec un déphasage inter-aube nul impliquant un moment non nul sur l'arbre rotatif. En outre, il s'agit d'un mode couplé entre l'aube, le disque, et l'arbre rotatif. Plus précisément, la torsion au sein du module rotor, résultant par exemple d'efforts inverses entre un rotor de turbine et un rotor de compresseur, aboutissent à des mouvements de flexion des aubes par rapport à leur attache avec le disque. Ces mouvements sont d'autant importants que l'aube est grande, et que l'attache est souple.

[0008] Il existe donc un besoin d'un système amortisseur pour rotor de turbomachine permettant de limiter les instabilités générées par tous les modes de vibration tels que précédemment décrits.

RESUME DE L'INVENTION

[0009] Un but de l'invention est d'amortir les modes de vibration à déphasage nul pour tous types de modules rotor de turbomachine.

[0010] Un autre but de l'invention est d'influencer l'amortissement des modes de vibration à déphasage non nul, pour tous types de modules rotor de turbomachine.

[0011] Un autre but de l'invention est de proposer une solution d'amortissement simple et facile à mettre en oeuvre.

[0012] L'invention est décrite dans la revendication 1, les revendications dépendantes décrivant des aspects préférés de l'invention.

[0013] Le couplage mécanique entre le premier et le deuxième module rotor permet d'augmenter la rigidité tangentielle de la liaison entre ces deux rotors, tout en autorisant une certaine souplesse axiale et radiale du dispositif amortisseur afin de maximiser le contact entre les différents éléments de l'ensemble. Ceci permet de limiter les instabilités liées au mode de vibration à déphasage nul, mais aussi de participer à l'amortissement des modes de vibration à déphasage non nul. En outre, un tel ensemble présente l'avantage d'une intégration facile au sein de turbomachines existantes, que ce soit lors

de la fabrication ou lors de maintenance. En effet, le caractère annulaire du dispositif amortisseur permet de réduire son encombrement entre les deux modules rotor.

DESCRIPTIF RAPIDE DES FIGURES

[0014] D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre et en regard des dessins annexés donnés à titre d'exemple non limitatif et sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe schématique d'un exemple de réalisation de l'ensemble selon l'invention,
- la figure 2 est une vue de face d'un module rotor soumis à des vibrations tangentielles dont le mode de flexion est à déphasage nul,
- la figure 3a illustre schématiquement des déplacements tangentiels de modules rotors de turbomachine, en fonction de la position desdits modules le long d'un axe de turbomachine,
- la figure 3b est un agrandissement en perspective schématique de l'interface entre deux modules rotor de turbomachine illustrant ses déplacements tangentiels relatifs desdits modules rotor,
- la figure 4 illustre schématiquement un premier exemple de réalisation d'un dispositif amortisseur d'un ensemble selon l'invention,
- la figure 5 illustre schématiquement un agrandissement d'un deuxième exemple de réalisation d'un dispositif amortisseur d'un ensemble selon l'invention,
- la figure 6 illustre schématiquement une partie d'un autre exemple de réalisation d'un ensemble selon l'invention, et
- la figure 7 est un organigramme détaillant un exemple de réalisation d'un procédé de montage d'un ensemble selon l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0015] Un exemple de réalisation d'un ensemble 1 selon l'invention va maintenant être décrit, en référence aux figures.

[0016] Dans tout ce qui va suivre, l'amont et l'aval sont définis par rapport au sens d'écoulement normal d'air à travers la turbomachine. Par ailleurs, un axe longitudinal X-X de turbomachine est défini. De cette manière, la direction axiale correspond à la direction de l'axe longitudinal X-X de turbomachine, une direction radiale est une direction qui est perpendiculaire à cet axe longitudinal X-X de turbomachine et qui passe par ledit axe longitudinal X-X de turbomachine, et une direction circonférentielle correspond à la direction d'une ligne courbe plane et fermée, dont tous les points se trouvent à égale distance de l'axe longitudinal X-X de turbomachine. Enfin, et sauf précision contraire, les termes « interne (ou intérieur) » et « externe (ou extérieur) », respectivement, sont utili-

sés en référence à une direction radiale de sorte que la partie ou la face interne (i.e. radialement interne) d'un élément est plus proche de l'axe longitudinal X-X de turbomachine que la partie ou la face externe (i.e. radialement externe) du même élément.

[0017] En référence aux figures 1 et 3a, un tel ensemble 1 comprend :

- un premier module rotor 2 comprenant une première aube 20,
- un deuxième module rotor 3, relié au premier module rotor 2, et comprenant une deuxième aube 30 de longueur inférieure à la première aube 20, et
- un dispositif amortisseur 4 qui s'étend suivant au moins une composante qui est selon un axe longitudinal X-X de turbomachine. En outre, le dispositif amortisseur 4 est annulaire en s'étendant circonférentiellement autour d'un axe longitudinal X-X de turbomachine, et comprend une première surface externe 40 en appui avec frottement contre le premier module 2 ainsi qu'une deuxième surface externe 42 en appui avec frottement contre le deuxième module 3, de sorte à coupler les modules 2, 3 en vue d'amortir leurs mouvements vibratoires respectifs en fonctionnement.

[0018] Par appui « avec frottement », on comprend que le contact entre les surfaces radiales externes 41, 42 et, respectivement, le premier module rotor 2, et le deuxième module rotor 3, s'effectue avec frottement. En d'autres termes, les efforts d'appui entre les surfaces radiales externes 41, 42 et, respectivement, le premier module rotor 2, et le deuxième module rotor 3, peuvent se décomposer en des efforts de pression, qui sont dirigés normalement au contact, et des efforts de frottement, dirigés tangentiellement au contact. Cet appui garantit à la fois la cohérence mécanique de l'ensemble 1, par l'intermédiaire des efforts de pression, mais aussi le couplage entre les modules 2, 3, en vue d'amortir leurs mouvements vibratoires respectifs en fonctionnement, par l'intermédiaire des efforts de frottement.

[0019] En référence aux figures 1 et 3a, le premier module rotor est une soufflante 2, et le deuxième module rotor est un compresseur basse pression 3, situé immédiatement en aval de la soufflante 2.

[0020] La soufflante 2 et le compresseur basse pression 3 comprennent un disque 21, 31 centré sur un axe longitudinal X-X de turbomachine, la première 20 et la seconde aube 30 étant respectivement montées à la périphérie externe du disque 21, 31, et comprenant en outre une pale 23, 33, une plateforme 25, 35 une échasse 27, 37 et un pied 29, 39 encastré dans un logement 210, 310 du disque 21, 31. La distance séparant le pied 29, 39 de l'extrémité de la pale 23, 33 constitue les longueurs respectives de la première 20 et de la deuxième aube 30. La longueur de la première aube 20 et deuxième aube 30 est donc ici considérée comme sensiblement radialement par rapport à l'axe longitudinal X-X de rotation

des modules rotor 2, 3. En fonctionnement, la pale 23, 33 est balayée par un flux 5 traversant la turbomachine, et la plateforme 25, 35 forme une portion de la surface interne de la veine de flux 5. De manière générale, comme visible sur les figures 2 et 3a, soufflante 2 et compresseur basse pression 3 comprennent une pluralité d'aubes 20, 30 réparties circonférentiellement autour de l'axe longitudinal X-X. Le compresseur basse pression 3 comprend en outre une virole annulaire 32 également centrée sur l'axe longitudinal X-X. La virole 32 comprend une extension circonférentielle 34, elle aussi annulaire, s'étendant vers la plateforme 25 de la première aube 20. Cette extension annulaire 34 est porteuse de lèchettes radiales d'étanchéité 36 configurées pour prévenir les pertes de débit d'air depuis la veine de flux 5. De plus, la virole 32 est fixée au disque 21 de soufflante 2 au moyen d'attaches 22 réparties circonférentiellement autour de l'axe longitudinal X-X. De telles attaches peuvent par exemple être des liaisons boulonnées 22. Alternativement, de telles attaches 22 peuvent être réalisées par frettage auquel est associé un dispositif d'anti-rotation et/ou un système de verrouillage axial. Enfin, en référence à la figure 3a, l'ensemble formé de la soufflante 2 et du compresseur 3 est mis en rotation par un arbre rotatif 6, appelé arbre basse pression, auquel soufflante 2 et compresseur basse pression 3 sont solidairement reliés, au moyen d'un tourillon de rotor 60, l'arbre basse pression 6 étant également relié à une turbine basse pression 7, en aval de la turbomachine, et s'étendant selon l'axe longitudinal X-X de turbomachine.

[0021] En fonctionnement, la soufflante 2 aspire de l'air dont tout ou partie est comprimé par le compresseur basse pression 3. L'air comprimé circule ensuite dans un compresseur haute pression (non représenté) avant d'être mélangé à du carburant, puis enflammé au sein de la chambre de combustion (non représentée), pour enfin être successivement détendu dans la turbine haute (non représentée) et la turbine basse pression 7. Les efforts opposés de compression en amont, et de détente en aval, donnent lieu à des phénomènes aéroélastiques de flottement, qui couplent les efforts aérodynamiques sur les aubes 20, 30, et les mouvements de vibration en flexion et torsion dans les aubes 20, 30. Comme illustré en figure 2, ce flottement entraîne notamment des efforts de torsion intenses au sein de l'arbre basse pression 6 qui sont répercutés à la soufflante 2 et au compresseur basse pression 3. Les aubes 20, 30 sont alors soumises à des battements tangentiels, notamment selon un mode de vibration à déphasage nul. Il s'agit en effet d'un mode de flexion avec un déphasage inter-aube 20, 30 nul, impliquant un moment non nul sur l'arbre basse pression 6, dont la fréquence propre est environ une fois et demie supérieure à celle de première harmonique de vibration, et dont la déformée possède une ligne nodale à mi-hauteur de l'aube 20, 30. De telles vibrations limitent la tenue mécanique de la soufflante 2 et du compresseur basse pression 30, accélèrent l'usure de la turbomachine, et diminuent sa durée de vie.

[0022] Comme visible sur la figure 3a, le déplacement tangentiel par flottement de l'aube 20 de soufflante 2 est différent de celui de la virole 32 de compresseur basse pression 3. En effet, la longueur des aubes 20 de soufflante 2 étant supérieure à celle des aubes 30 de compresseur basse pression 3, le moment de flexion tangentielle entraîné par les battements d'aube 20 de soufflante 2 est bien supérieur à celui entraîné par les battements d'aube 30 de compresseur basse pression 3. En outre, la raideur de montage au sein de la soufflante 2 est différente de celle de montage au sein du compresseur 3. En référence à la figure 3b, cet écart de battements tangentiels est notamment visible à l'interface entre la plateforme 25 d'une aube 20 de soufflante 2, et des lèchettes d'étanchéité 36 de virole 32.

[0023] Dans un premier mode de réalisation, en référence à la figure 1, le dispositif amortisseur 4 est logé sous la plateforme 25 d'une aube 20 de soufflante 2, entre l'échasse 27 et la virole 32 de compresseur basse pression 3. En outre, le compresseur basse pression 3 comprend une virole de fixation 38 annulaire, frettée sur l'extension circonférentielle 34 de virole 32 de compresseur basse pression 3. Alternativement, la virole de fixation 38 peut être assemblée à l'extension circonférentielle 34 de virole 32 par l'intermédiaire de fixations telles que celles assurées par des doigts radiaux (non représentés) appartenant à ladite virole de fixation 38 et visées à ladite extension 34.

[0024] Les lèchettes 36 comprennent de manière traditionnelle des extrémités libres sensiblement radiales d'étanchéité pour être en regard d'un stator. Ici, les lèchettes 36 comportent une racine annulaire qui relie ces extrémités à l'extension circonférentielle 34 de virole 32.

[0025] La première surface externe 40 est en appui avec frottement contre la soufflante 2 au niveau de la surface interne 250 de la plateforme 25 de l'aube 20 de soufflante 2, et la deuxième surface externe 42 est en appui avec frottement sur la virole de fixation 38. Ceci assure un couplage tangentiel de raideur importante entre soufflante 2 et compresseur basse pression 3, de sorte à réduire les vibrations tangentielles précédemment décrites. Le couplage est d'ailleurs d'autant important que la zone au sein de laquelle le dispositif amortisseur 4 est disposé présente les déplacements tangentiels relatifs les plus élevés pour le mode à déphasage nul considéré, comme illustré en figures 3a et 3b. Typiquement, ces déplacements relatifs sont de l'ordre de quelques millimètres. Pour autant, le dispositif amortisseur 4 conserve également avantageusement une efficacité sur les modes vibratoires des aubes 20 de soufflante 2 à déphasage non nul.

[0026] Dans les réalisations illustrées sur les figures 1, 4 et 5, le dispositif amortisseur 4 est une languette annulaire, dont la section est en forme de V. La surface radialement externe 40 de la première branche 41 du V formant la première surface 40 en appui avec frottement contre la soufflante 2, la surface externe 42 de la deuxième branche 43 du V formant la deuxième surface externe

42 en appui avec frottement contre le compresseur basse pression 3. La structure en languette permet avantageusement de réduire l'encombrement du dispositif amortisseur 4, au sein de l'ensemble 1. En outre, la structure en V permet d'augmenter la surface de contact entre soufflante 2 et dispositif amortisseur 4 d'une part, et entre dispositif amortisseur 4 et compresseur basse pression 3 d'autre part. Cette configuration favorise donc le couplage entre ces deux éléments rotors, en vue d'amortir leurs mouvements vibratoires.

[0027] En vue de faciliter le montage, la languette annulaire 4 ne constitue pas un anneau d'une seule pièce, mais est fendue de sorte à définir deux extrémités 44, 46 en regard l'une de l'autre.

[0028] Les sollicitations mécaniques en fonctionnement sont telles que de légers mouvements tangentiels, axiaux et radiaux du dispositif amortisseur 4 sont à prévoir. Ces mouvements sont notamment dus aux battements tangentiels à amortir, mais aussi au chargement centrifuge de l'ensemble 1. Il est nécessaire que ces mouvements n'usent pas les aubes 20 ou la virole 32, dont les revêtements sont relativement fragiles. A cet égard, les surfaces d'appui 40, 42 du dispositif amortisseur peuvent être traitées par lubrification sèche, en vue de pérenniser la valeur du coefficient de frottement entre dispositif amortisseur 4 et compresseur basse pression 3 et/ou plateforme 25 d'aube 20. Cette lubrification est par exemple de type MoS₂.

[0029] En vue d'améliorer l'appui avec frottement, le dispositif amortisseur 4 comprend, dans un deuxième mode de réalisation, un revêtement additionnel 48, 49, comme visible sur la figure 5, définissant les surfaces d'appui 40, 42. De manière générale, un tel revêtement 48, 49 est configuré pour diminuer le frottement et/ou l'usure des pièces moteur entre le dispositif amortisseur 4 et les modules rotor 2, 3. Ce revêtement 48, 49 est par exemple de type dissipatif 48 et/ou viscoélastique et/ou amortissant. Le revêtement dissipatif 48 comprend alors un matériau choisi parmi ceux présentant des propriétés mécaniques similaires à celles du vespel, du téflon ou de toute autre matière à propriétés lubrifiantes. De manière plus générale le matériau possède un coefficient de frottement compris entre 0.3 et 0.07. Une trop grande souplesse ne permettrait pas d'amortir le mode à déphasage nul, puisque les déplacements relatifs de la soufflante 2 et du compresseur basse pression 3 aboutiraient à des frottements et/ou oscillations entre un état « collé » et un état « glissant » du dispositif amortisseur 4. En outre, le revêtement frotteur 48 constitue une alternative efficace au traitement lubrification sèche, qui nécessite d'être mise en oeuvre régulièrement.

[0030] Alternativement, ce revêtement 48, 49 est de type viscoélastique 49. Un tel revêtement 49 comprend alors avantageusement un matériau ayant des propriétés similaires à celles d'un matériau tel que ceux de la gamme ayant l'appellation commerciale « SMACTANEO », par exemple un matériau de type « SMACTANEO 70 ». Une autre manière d'augmenter

la raideur tangentielle de l'ensemble 1 est de suffisamment précontraindre le revêtement viscoélastique 44, par exemple lors du montage de l'ensemble 1, pour que le déplacement tangentiel relatif entre aube 20 et virole 32 se transforme en cisaillement viscoélastique du revêtement 44 seul. Ces revêtements additionnels 48, 49 sont rapportés par collage au niveau des surfaces d'appui 40, 42.

[0031] Dans un détail de réalisation comme illustré sur la figure 4, l'amortissement par couplage tangentielle peut être ajusté en contrôlant la masse du dispositif amortisseur 4, ce qui influence l'inertie de cisaillement. Ce contrôle passe par des modifications de la masse du dispositif amortisseur 4. Cette masse peut être modifiée dans tout ou partie du dispositif amortisseur 4, typiquement en pratiquant des alésages 45 pour alléger, et/ou en ajoutant un ou plusieurs inserts 47, par exemple métalliques, pour alourdir. En outre, le contrôle de la masse du dispositif amortisseur 4 permet de régler son efficacité par l'intermédiaire des forces centrifuges qu'il subit en fonctionnement. Ce détail de réalisation à alésages et/ou insert peut correspondre à un troisième mode de réalisation.

[0032] Avantageusement, la combinaison du deuxième et du troisième mode de réalisation permet d'ajuster les efforts de contact entre le dispositif amortisseur 4 et la soufflante 2 ainsi que le compresseur basse pression 3. En effet, des efforts de contact trop élevés entre l'aube 20 de soufflante 2 et le dispositif amortisseur 4 limiteraient les dissipations des vibrations en fonctionnement.

[0033] Dans un quatrième mode de réalisation illustré sur la figure 6, le dispositif amortisseur 4 est un cylindre annulaire, dont la section est en forme de losange. La surface radialement externe 40 d'un premier côté du losange formant la première surface externe 40 en appui avec frottement contre la soufflante 2, la surface radialement externe 42 d'un deuxième côté du losange formant la deuxième surface externe 42 en appui avec frottement contre le compresseur basse pression 3. La section en forme de losange est en effet plus dense que la section en V, ce qui permet d'augmenter le couplage mécanique entre soufflante 2 et compresseur basse pression 3, en favorisant la raideur tangentielle de l'ensemble 1.

[0034] En outre, la première surface externe 40 est en appui avec frottement contre la soufflante 2 au niveau de la surface interne 250 de la plateforme 25 de l'aube 20 de soufflante 2, et la deuxième surface externe 42 est également en appui avec frottement sur les lèchettes radiales d'étanchéité 36. Avantageusement, les surfaces d'appui 40, 42 du dispositif amortisseur 4, et les surfaces 250, 360 de la plateforme 25 et des lèchettes radiales d'étanchéité 36 sont traitées de sorte à garantir leurs appuis respectifs. De manière encore plus avantageuse, le traitement consiste en un dépôt carbone-carbone qui assure un fort coefficient de frottement, tout en limitant l'usure des surfaces 250, 360 de la plateforme 25 et des lèchettes radiales d'étanchéité 36. Cet appui avec frot-

tement est sur la racine des lèchettes 36, c'est-  dire à distance de leurs extrémités libres d'étanchéité.

[0035] En vue de faciliter le montage, le cylindre 4 ne constitue pas un anneau d'une seule pièce, mais est fen-
due de sorte à définir deux extrémités en regard l'une de
l'autre.

[0036] Avantag  usement, le dispositif amortisseur 4 comprend un matériau dense, de préférence de l'acier ou un alliage à base de nickel, de sorte à maximiser la raideur tangentielle du couplage entre la soufflante 2 et le compresseur basse pression 3.

[0037] Différents modes de réalisation de l'ensemble 1 selon l'invention ont été décrits dans le cas où le premier module rotor 2 est une soufflante, et le deuxième module rotor 3 est un compresseur basse pression.

[0038] Ceci n'est cependant pas limitatif, puisque le premier module rotor 2 peut également être un premier étage de compresseur, haute ou basse pression, et le deuxième module rotor 3 un deuxième étage dudit compresseur, successif au premier étage de compresseur, en amont ou en aval de ce-dernier. Alternativement, le premier module rotor 2 est un premier étage de turbine, haute ou basse pression, et le deuxième module rotor 3 un deuxième étage de ladite turbine, successif au premier étage de turbine, en amont ou en aval de ce-dernier.

[0039] Un procédé de montage d'un ensemble 1 selon l'un quelconque des modes de réalisation précédemment décrit va maintenant être détaillé, en référence à la figure 7.

[0040] Lors d'une première étape E1, le dispositif amortisseur 4 est disposé entre le premier module rotor 2 et le deuxième module rotor 3 de sorte à ce qu'une première surface externe 40 du dispositif amortisseur 4 soit en appui avec frottement contre le premier module 2, et qu'une deuxième surface externe 42 du dispositif amortisseur 4 soit en appui avec frottement contre le deuxième module 3.

[0041] Lors d'une deuxième étape E2, le dispositif amortisseur 4 est précontraint contre le premier 2 et le deuxième module rotor 3 de sorte à les coupler en vue d'amortir leurs mouvements vibratoires respectifs en fonctionnement.

[0042] Un tel procédé de montage E est avantagéusement favorisé par le caractère simple issu de la forme annulaire du dispositif d'amortissement 4. En effet, le dispositif d'amortissement 4 est simplement disposé au sein d'un ensemble 1 déjà monté, sans nécessiter l'ajout de liaisons, par exemple boulonnée, qui augmenteraient à la fois la masse de l'ensemble 1, et son temps de montage et/ou de maintenance.

Revendications

1. Ensemble (1) pour turbomachine comprenant :

- un premier module rotor (2) comprenant une première aube (20) et un disque (21) centré sur

un axe longitudinal (X-X) de turbomachine, la première aube (20)   tant montée à la périphérie externe du disque (21) duquel elle s'étend et comprenant en outre une pale (23), une plateforme (25), une échasse (27) et un pied (29) encastré dans un logement (210) du disque (21),
• un deuxième module rotor (3), relié au premier module rotor (2), et comprenant une deuxième aube (30) de longueur inférieure à la première aube (20) ainsi qu'une virole (32) comprenant une extension circonférentielle (34) s'étendant vers la plateforme (25) de la première aube (20), et
• un dispositif amortisseur (4) s'étendant suivant au moins une composante selon l'axe longitudinal (X-X) de turbomachine,

caractérisé en ce que le dispositif amortisseur (4) est annulaire en s'étendant circonférentiellement autour de l'axe longitudinal (X-X) de turbomachine et **en ce que** le dispositif amortisseur (4) comprend une première surface externe (40) en appui avec frottement contre le premier module (2) ainsi qu'une deuxième surface externe (42) en appui avec frottement contre le deuxième module (3), de sorte à coupler les modules (2, 3) en vue d'amortir leurs mouvements vibratoires respectifs en fonctionnement, la première surface externe (40) du dispositif amortisseur (4)   tant en appui avec frottement sur une surface radialement interne (250) de la plateforme (25) de la première aube (20), la deuxième surface externe (42) du dispositif amortisseur (4)   tant en appui avec frottement sur la virole (32).

2. Ensemble (1) selon la revendication 1, dans lequel le dispositif amortisseur (4) est une languette annulaire, dont la section est en forme de V, une surface externe (40) d'une première branche (41) du V formant la première surface externe (40) en appui avec frottement contre le premier module rotor (2), une surface externe (42) d'une deuxième branche (43) du V formant la deuxième surface externe (42) en appui avec frottement contre le deuxième module rotor (3).

3. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel une virole de fixation (38) est frettée sur l'extension circonférentielle (34), la deuxième surface externe (42) du dispositif amortisseur (4)   tant en appui avec frottement sur la virole de fixation (38).

4. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel l'extension (34) est porteuse de l  chette radiales d'étanchéité (36), la deuxième surface externe (42) du dispositif amortisseur (4)   tant en appui avec frottement sur les lèchettes d'étanchéité (36).

5. Ensemble (1) selon la revendication 4, dans lequel

les surfaces d'appui (40, 42) du dispositif amortisseur (4) et les surfaces (250, 360) de la plateforme (25) et des lèchettes radiales d'étanchéité (36) sont traitées, par exemple par un dépôt carbone-carbone, de sorte à garantir leurs appuis respectifs.

6. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le dispositif amortisseur (4) comprend un revêtement (48) de type dissipatif, définissant les surfaces d'appui (40, 42). 10
7. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le dispositif amortisseur (4) comprend un revêtement (49) de type viscoélastique. 15
8. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le dispositif amortisseur (4) comprend des alésages destinés (45) à alléger le dispositif amortisseur (4). 20
9. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel le dispositif amortisseur (4) comprend des inserts (47), par exemple de type métallique, destinés à alourdir le dispositif amortisseur (4). 25
10. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel le premier module (2) est une soufflante, et le deuxième module (3) est un compresseur basse pression. 30
11. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel le dispositif amortisseur (4) est fendu de sorte à définir deux extrémités (44, 46) en regard l'une de l'autre. 35
12. Turbomachine comprenant un ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 11. 40
13. Procédé de montage (E) d'un ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 11, comprenant les étapes de : 45
 - disposition (E1) du dispositif amortisseur (4) entre le premier module rotor (2) et le deuxième module rotor (3) de sorte à ce que la première surface externe (40) du dispositif amortisseur (4) soit en appui avec frottement contre le premier module (2), et que la deuxième surface externe (42) du dispositif amortisseur (4) soit en appui avec frottement contre le deuxième module (3), et 50
 - précontrainte du dispositif amortisseur (4) contre les modules (2, 3), de sorte à les coupler en vue d'amortir leurs mouvements vibratoires respectifs en fonctionnement. 55

Patentansprüche

1. Anordnung (1) für Turbomaschine, umfassend:

- ein erstes Rotormodul (2), das eine erste Schaufel (20) und eine Scheibe (21) umfasst, die auf einer Turbomaschinen-Längsachse (X-X) zentriert ist, wobei die erste Schaufel (20) am äußeren Umfang der Scheibe (21) angebracht ist, ab der sich erstreckt und ferner ein Blatt (23), eine Plattform (25), einen Stab (27) und einen Fuß (29) umfasst, der in eine Aufnahme (210) der Scheibe (21) eingesetzt ist,
- ein zweites Rotormodul (3), das mit dem ersten Rotormodul (2) verbunden ist und eine zweite Schaufel (30) kürzerer Länge als die erste Schaufel (20) sowie einen Ring (32) umfasst, der eine Umfangserweiterung (34) umfasst, die sich zur Plattform (25) der ersten Schaufel (20) erstreckt, und
- eine Dämpfungsvorrichtung (4), die sich entlang mindestens einer Komponente gemäß der Turbomaschinen-Längsachse (X-X) erstreckt,

dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsvorrichtung (4) ringförmig ist, indem sie sich umfangmäßig um die Turbomaschinen-Längsachse (X-X) erstreckt und dass die Dämpfungsvorrichtung (4) eine erste äußere Oberfläche (40) umfasst, die sich mit Reibung auf dem ersten Modul (2) abstützt, sowie eine zweite äußere Oberfläche (42), die sich mit Reibung auf dem zweiten Modul (3) abstützt, so dass die Module (2, 3) gekoppelt werden, um ihre jeweiligen Vibrationsbewegungen im Betrieb zu dämpfen, wobei sich die erste äußere Oberfläche (40) der Dämpfungsvorrichtung (4) mit Reibung auf einer radial inneren Oberfläche (250) der Plattform (25) der ersten Schaufel (20) abstützt, wobei sich die zweite äußere Oberfläche (42) der Dämpfungsvorrichtung (4) mit Reibung auf dem Ring (32) abstützt.

2. Anordnung (1) nach Anspruch 1, wobei die Dämpfungsvorrichtung (4) eine ringförmige Zunge ist, deren Querschnitt V-förmig ist, wobei eine äußere Oberfläche (40) eines ersten Schenkels (41) des V die erste äußere Oberfläche (40) bildet, die sich mit Reibung auf dem ersten Rotormodul (2) abstützt, wobei eine äußere Oberfläche (42) eines zweiten Schenkels (43) des V die zweite äußere Oberfläche (42) bildet, die sich mit Reibung auf dem zweiten Rotormodul (3) abstützt.
3. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei ein Befestigungsring (38) auf der Umfangserweiterung (34) aufgeschraubt ist, wobei sich die zweite äußere Oberfläche (42) der Dämpfungsvorrichtung (4) mit Reibung auf dem Befestigungsring (38) abstützt.

4. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei die Erweiterung (34) radiale Schneidendichtungen (36) trägt, wobei sich die zweite äußere Oberfläche (42) der Dämpfungsvorrichtung (4) mit Reibung auf den Schneidendichtungen (36) abstützt. 5
5. Anordnung (1) nach Anspruch 4, wobei die Abstützoberflächen (40, 42) der Dämpfungsvorrichtung (4) und die Oberflächen (250, 360) der Plattform (25) und der radialen Schneidendichtungen (36) beispielsweise durch eine Carbon-Carbon-Ablagerung behandelt sind, um deren jeweilige Abstützungen zu garantieren. 10
6. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Dämpfungsvorrichtung (4) eine Beschichtung (48) des ableitfähigen Typs umfasst, die die Abstützoberflächen (40, 42) definiert. 15
7. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Dämpfungsvorrichtung (4) eine Beschichtung (49) des viskoelastischen Typs umfasst. 20
8. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Dämpfungsvorrichtung (4) Bohrungen (45) zur Erleichterung der Dämpfungsvorrichtung (4) umfasst. 25
9. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Dämpfungsvorrichtung (4) Einsätze (47) beispielsweise des metallischen Typs zur Beschwerung der Dämpfungsvorrichtung (4) umfasst. 30
10. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das erste Modul (2) ein Gebläse ist und das zweite Modul (3) ein Niederdruckkompressor ist. 35
11. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Dämpfungsvorrichtung (4) derart geschlitzt ist, dass zwei einander zugewandte Enden (44, 46) definiert werden. 40
12. Turbomaschine, umfassend eine Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11. 45
13. Verfahren zur Montage (E) einer Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, das die folgenden Schritte umfasst: 50
 - Anordnen (E1) der Dämpfungsvorrichtung (4) zwischen dem ersten Rotormodul (2) und dem zweiten Rotormodul (3), so dass sich die erste äußere Oberfläche (40) der Dämpfungsvorrichtung (4) mit Reibung auf dem ersten Modul (2) abstützt, und sich die zweite äußere Oberfläche (42) der Dämpfungsvorrichtung (4) mit Reibung auf dem zweiten Modul (3) abstützt, und 55
 - Vorspannen der Dämpfungsvorrichtung (4) an

den Modulen (2, 3), so dass sie gekoppelt werden, um ihre jeweiligen Vibrationsbewegungen im Betrieb zu dämpfen.

Claims

1. A turbomachine assembly (1) comprising:

- a first rotor module (2) comprising a first blade (20) and a disk (21) centered on a turbomachine longitudinal axis (X-X), the first blade (20) being mounted on the external periphery of the disk (21) from which it extends, and further comprising an airfoil (23), a platform (25), a support (27) and a root (29) embedded in a housing (210) of the disk (21),
- a second rotor module (3), connected to the first rotor module (2), and comprising a second blade (30) with a length less than the first blade (20) and a ferrule (32) comprising a circumferential extension (34) extending toward the platform (25) of the first blade (20), and
- a damping device (4) extending with at least one component along the turbomachine longitudinal axis (X-X),

characterized in that the damping device (4) is annular while extending circumferentially around the turbomachine longitudinal axis (X-X) and **in that** the damping device (4) comprises a first external surface (40) supported with friction against the first module (2), as well as a second external surface (42) supported with friction against the second module (3), so as to couple the modules (2, 3) in order to damp their respective vibrational movements during operation, the first external surface (40) of the damping device (4) being supported with friction on a radially internal surface (250) of the platform (25) of the first blade (20), the second external surface (42) of the damping device (4) being supported with friction on the ferrule (32).

2. The assembly (1) according to claim 1, wherein the damping device is an annular tab, the cross section of which is shaped like a V, an external surface (40) of a first branch (41) of the V forming the first external surface (40) supported with friction against the first rotor module (2), an external surface (42) of a second branch (43) of the V forming the second external surface (42) supported with friction against the second rotor module (3).
3. The assembly (1) according to one of claims 1 and 2, wherein an attachment ferrule (38) is shrink-fit to the circumferential extension (34), the second external surface (42) of the damping device being supported with friction on the attachment ferrule (38).

4. The assembly (1) according to one of claims 1 and 2, wherein the extension (34) bears radial sealing lips (36), the second external surface (42) of the damping device (4) being supported with friction on the sealing lips (36). 5
5. The assembly (1) according to claim 4, wherein the support surfaces (40, 42) of the damping device (4) and the surfaces (250, 360) of the platform (25) and of the radial sealing lips (36) are treated, for example by carbon-carbon deposit, so as to guarantee their respective supports. 10
6. The assembly (1) according to one of claims 1 to 5, wherein the damping device (4) comprises a coating (48) of the dissipative type, defining the support surfaces (40, 42). 15
7. The assembly (1) according to one of claims 1 to 6, wherein the damping device (4) comprises a coating (49) of the viscoelastic type. 20
8. The assembly (1) according to one of claims 1 to 7, wherein the damping device (4) comprises bores (45) intended to lighten the damping device (4). 25
9. The assembly (1) according to one of claims 1 to 8, wherein the damping device (4) comprises inserts (47), of the metallic type for example, intended to add weight to the damping device (4). 30
10. The assembly (1) according to one of claims 1 to 9, wherein the first module (2) is a fan, and the second module (3) is a low-pressure compressor. 35
11. The assembly (1) according to one of claims 1 to 10, wherein the damping device (4) is split so as to define two ends (44, 46) facing one another.
12. A turbomachine comprising an assembly (1) according to one of claims 1 to 11. 40
13. An assembly method (E) for an assembly (1) according to one of claims 1 to 11, comprising the steps of: 45
 - positioning (E1) the damping device (4) between the first rotor module (2) and the second rotor module (3) so that the first external surface (40) of the damping device (4) is supported with friction against the first module (2), and the second external surface (42) of the damping device (4) is supported with friction against the second module (3), and 50
 - preloading the damping device (4) against the modules (2, 3), so as to couple them in order to damp their respective vibrational movements during operation. 55

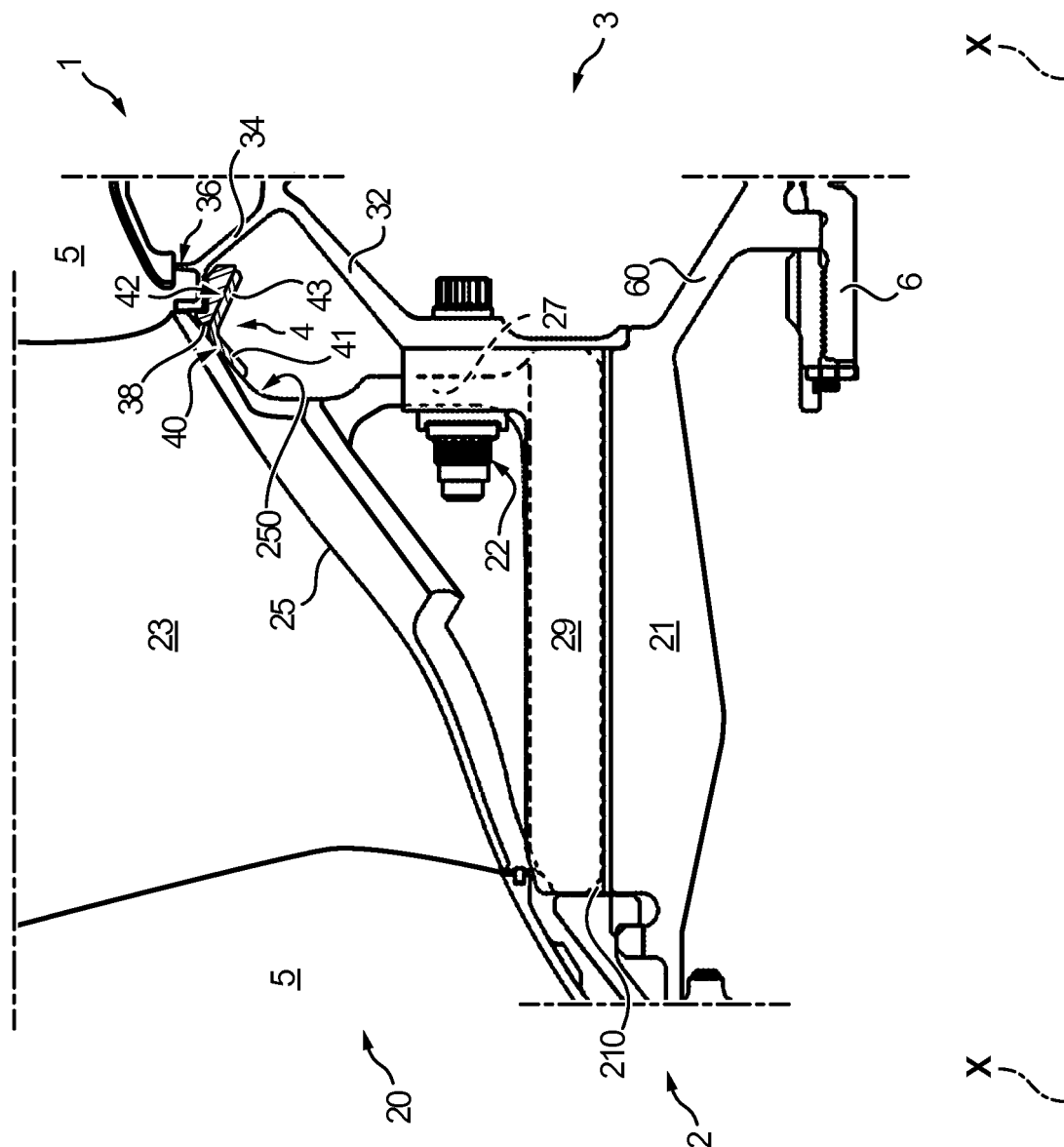
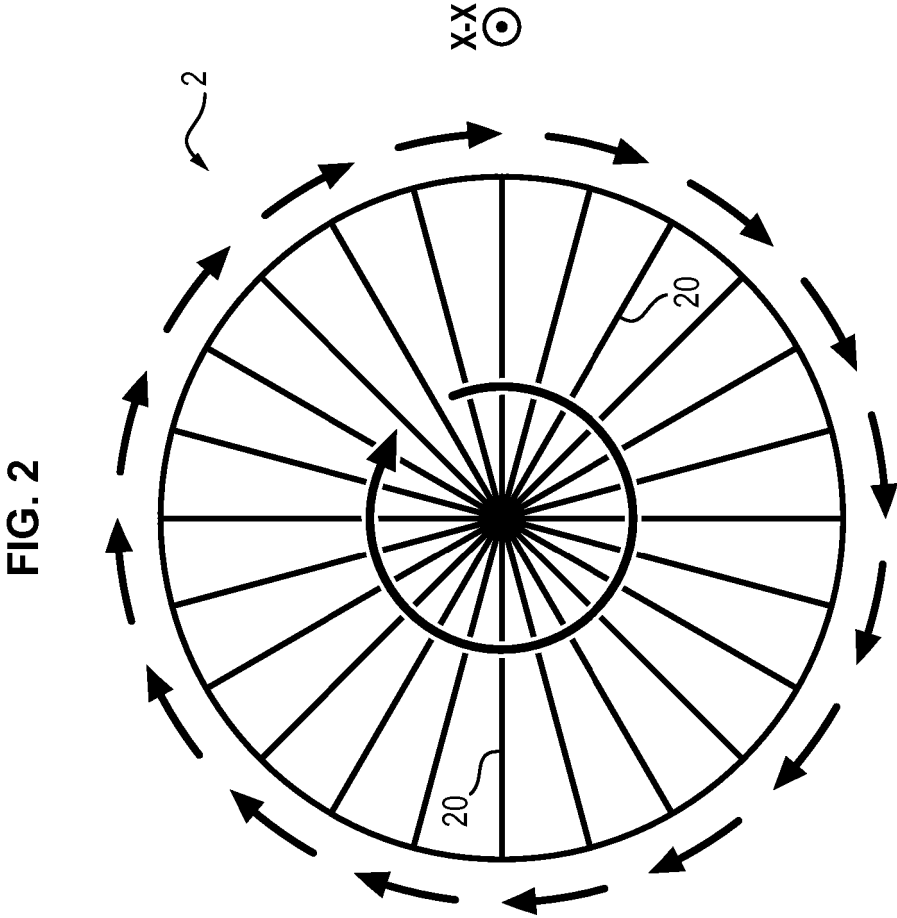


FIG. 1



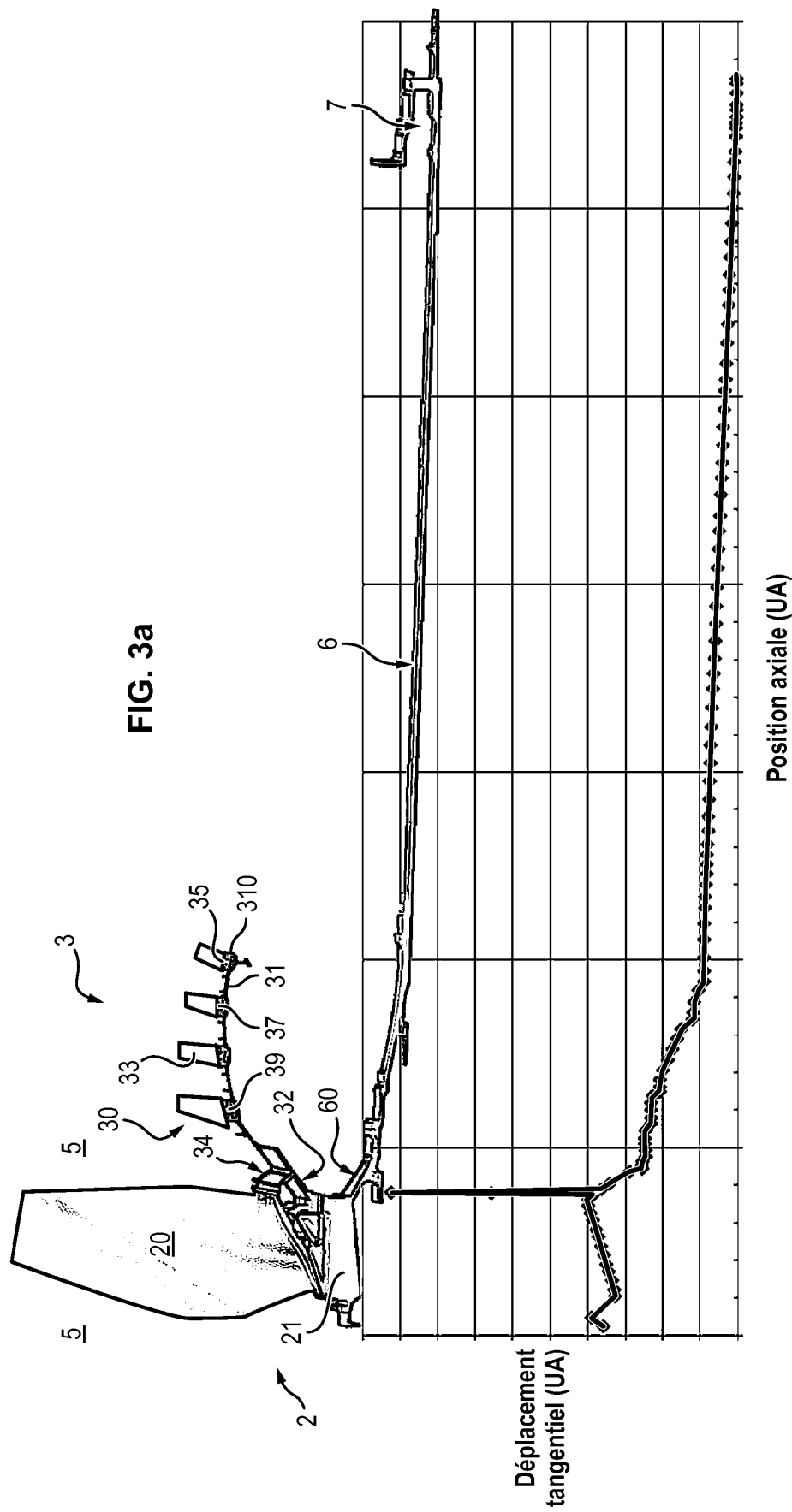
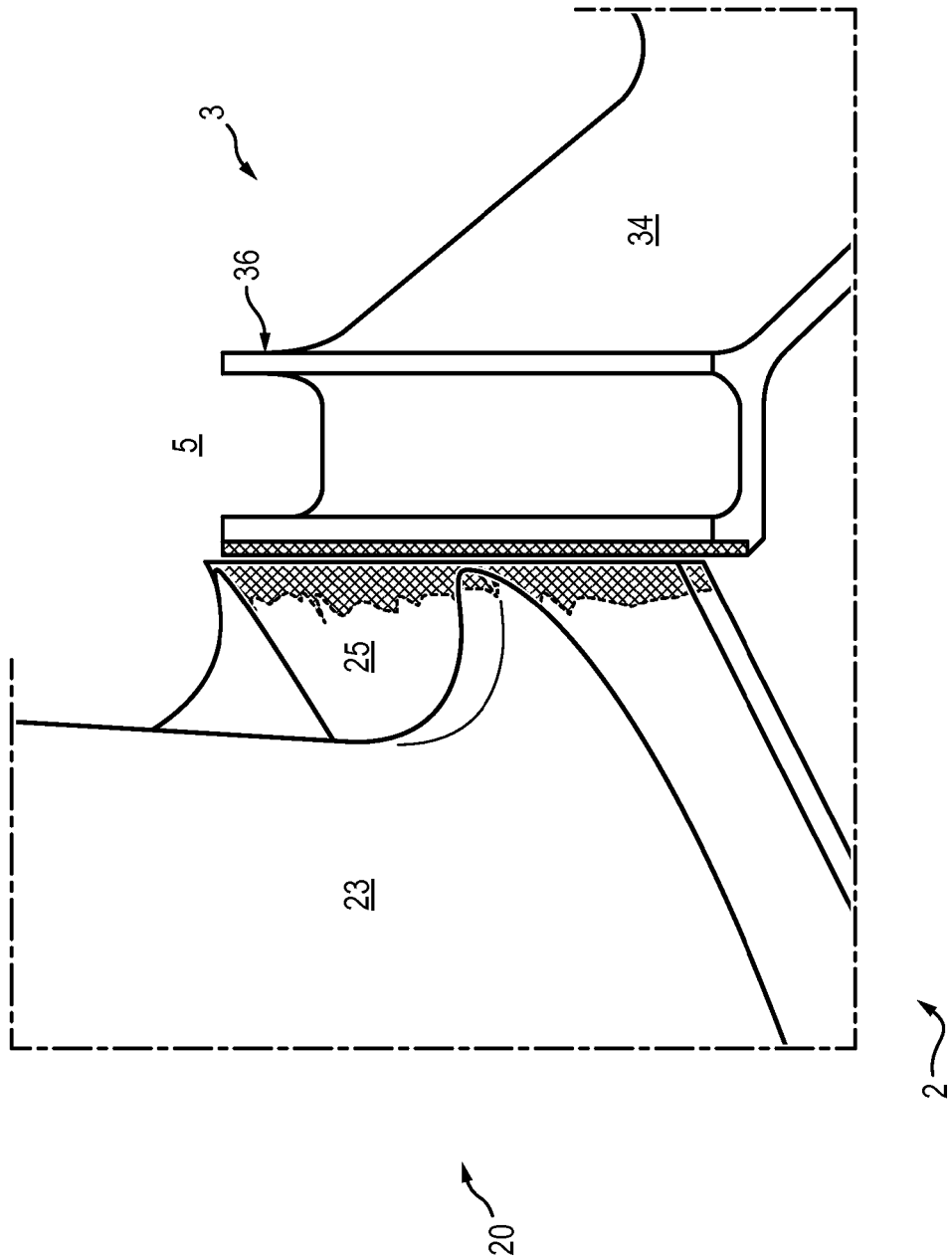


FIG. 3b



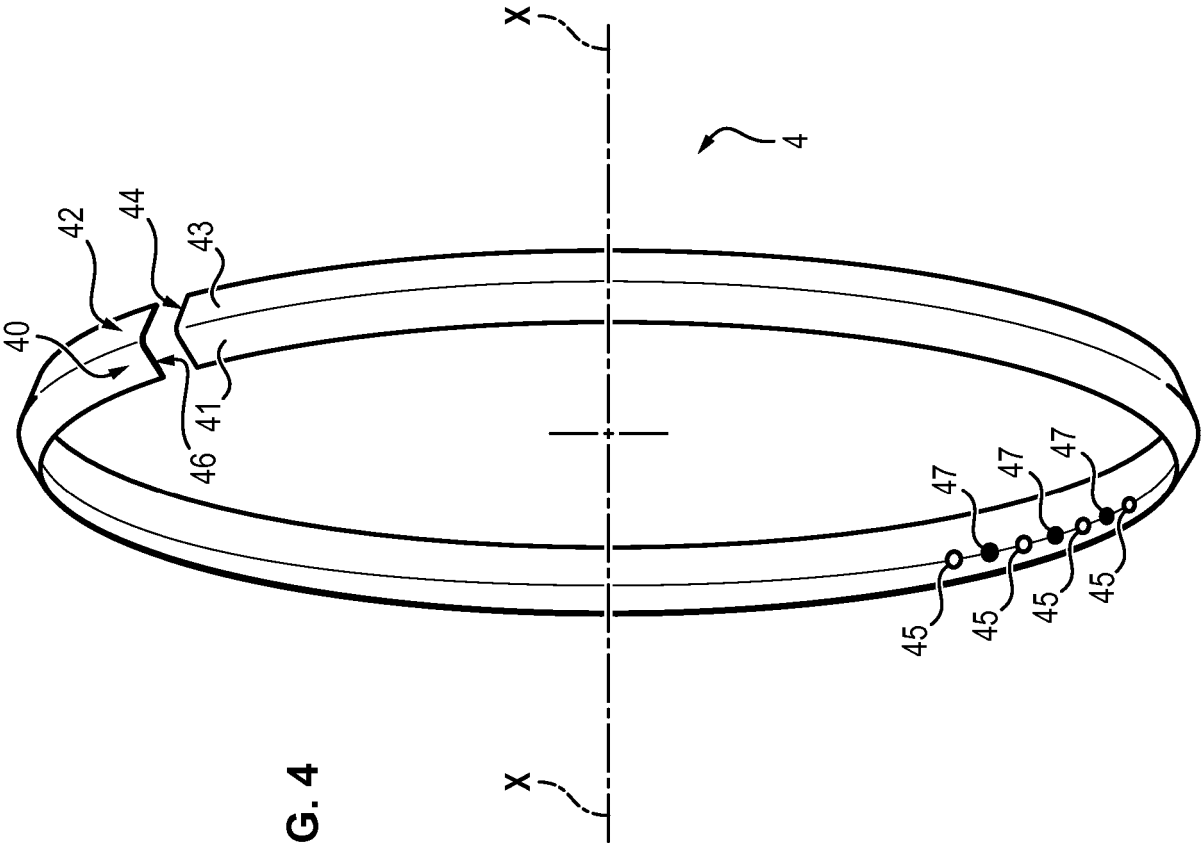


FIG. 4

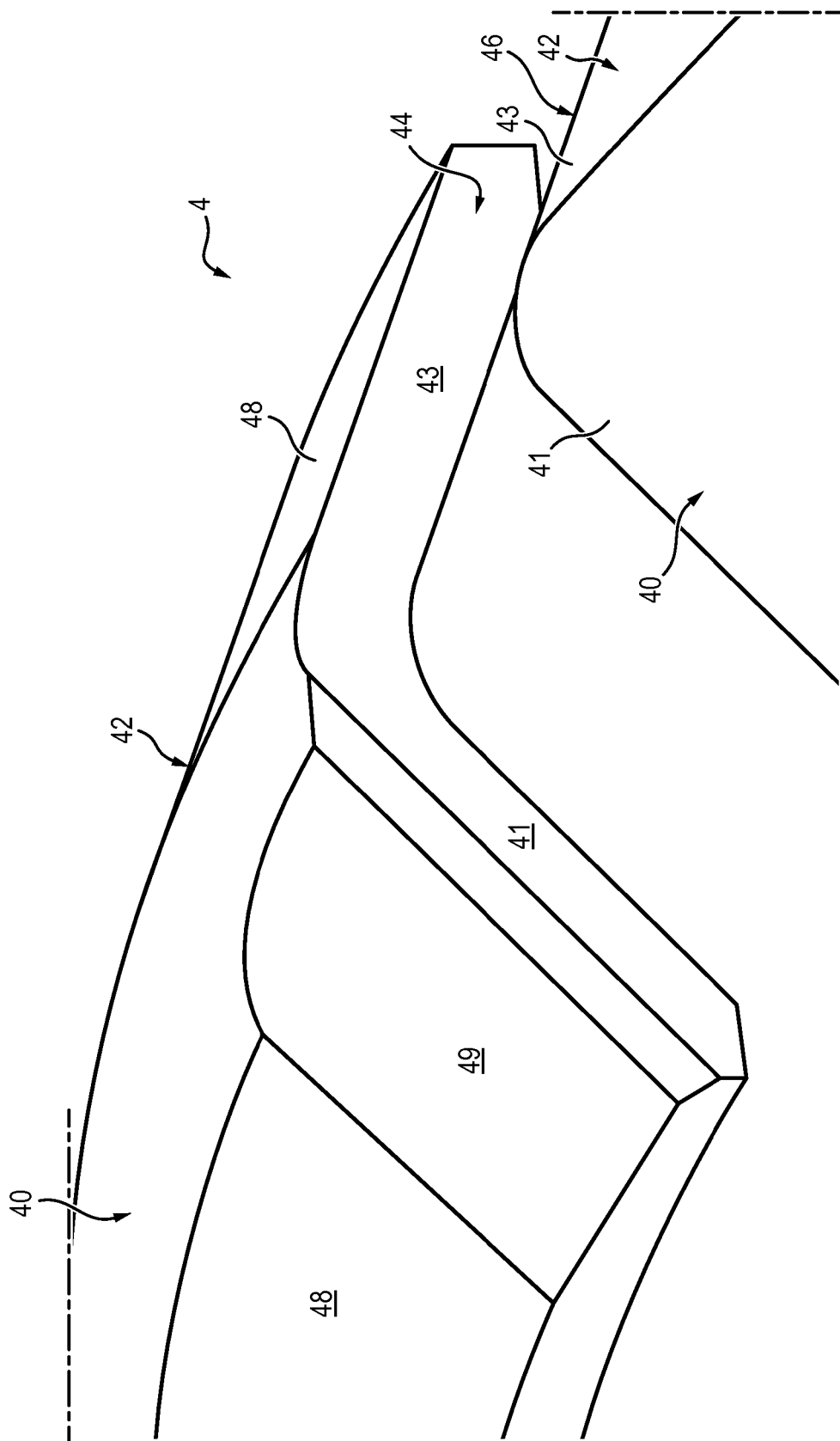
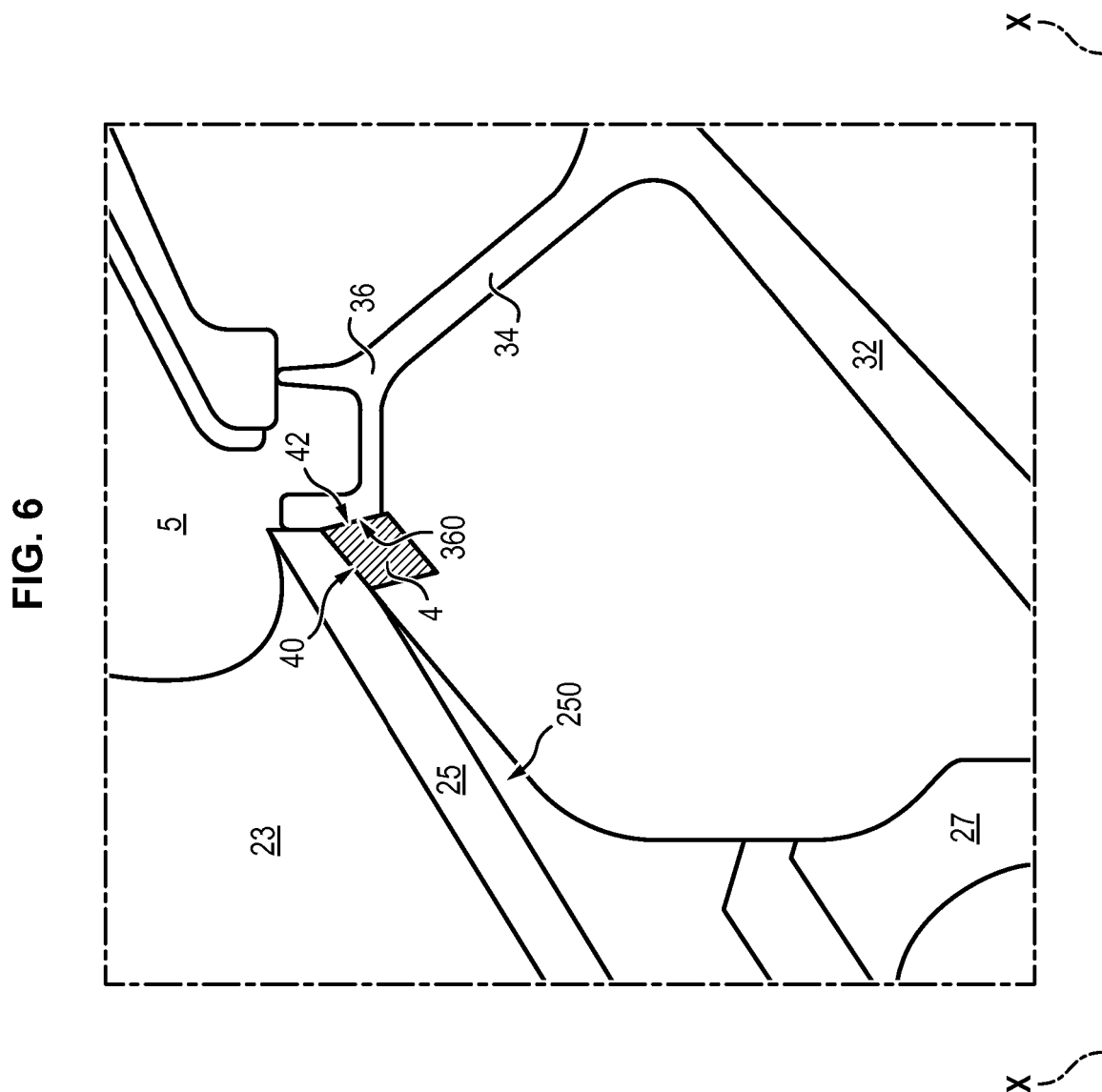
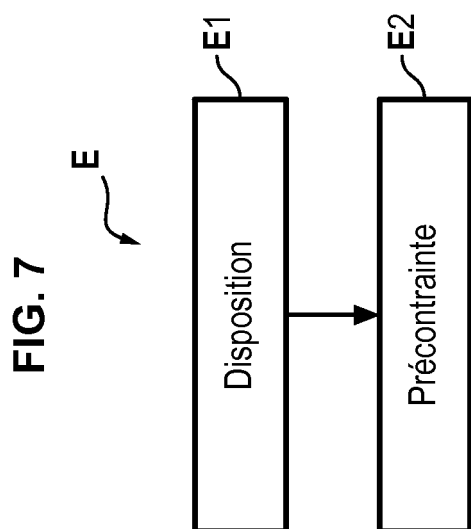


FIG. 5



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2949142 [0006]
- EP 1985810 A [0006]
- FR 2923557 [0006]
- EP 3724455 A1 [0006]