(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 146 949**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **23 02694**

(51) Int Cl[8] : ***F 01 D 5/16*** *(2023.01), F 01 D 5/22, 5/10*

# (12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 22.03.23.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 27.09.24 Bulletin 24/39.

(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 CERAMICS Société anonyme* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** BUSQUET Denis Jean Armel, ROUSSILLE Clément Marie Benoît et GIMAT Matthieu Arnaud.

(73) **Titulaire(s) :** SAFRAN CERAMICS Société anonyme.

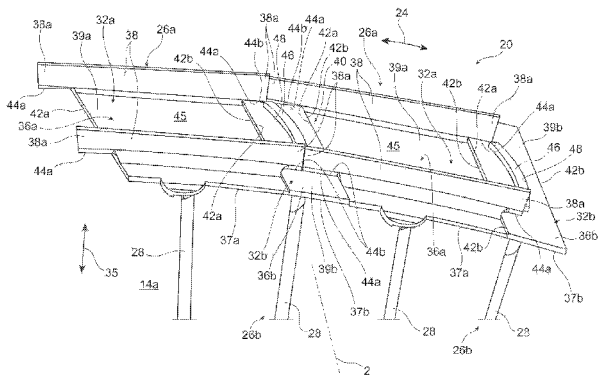
(74) **Mandataire(s) :** BREVALEX.

## (54) ROUE AUBAGEE POUR TURBOMACHINE D'AERONEF, COMPRENANT UN DISPOSITIF D'AMORTISSEMENT DYNAMIQUE AMELIORE, EQUIPEe DE SECTEURS ANGULAIRES DE ROUE A TALONS FIXES ET A TALONS MOBILES.

(57) L'invention concerne une roue aubagée (20) pour turbomachine d'aéronef, la roue étant formée par des premiers et seconds secteurs angulaires de roue (26a, 26b), chaque premier secteur angulaire présentant un talon fixe (32a) solidaire de la tête de pale et chaque second secteur angulaire (26b) présentant un talon mobile (32b) monté radialement mobile sur la tête (46) de pale.

De plus, le talon fixe (32a) comporte au moins une première surface de friction (42a, 44a), et le talon mobile (32b) comporte au moins une seconde surface de friction (42b, 44b) destinée à coopérer par frottements avec la / les premières surfaces de friction, de manière à former un dispositif d'amortissement dynamique (40).

Figure pour abrégé : Figure 3



FR 3 146 949 - A1

# Description

# Titre de l'invention : ROUE AUBAGEE POUR TURBOMACHINE D'AERONEF, COMPRENANT UN DISPOSITIF D'AMORTISSEMENT DYNAMIQUE AMELIORE, EQUIPEe DE SECTEURS ANGULAIRES DE ROUE A TALONS FIXES ET A TALONS MOBILES

## Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des turbomachines d'aéronef, et plus précisément à la conception des roues aubagées formant les turbines et les compresseurs de ces turbomachines.

[0002] Elle concerne plus spécifiquement l'amortissement dynamique par frottements des secteurs angulaires de roue qui se succèdent selon la direction circonférentielle. De manière connue, chaque secteur angulaire de roue forme une unique aube de la roue, ou bien plusieurs aubes directement consécutives reliées à un même talon.

[0003] L'invention s'applique à toutes les conceptions de turbomachine, par exemple les turboréacteurs à soufflante entrainée directement par un corps basse pression, ou entraînée indirectement par un réducteur.

## ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0004] Les compresseurs et les turbines des turbomachines d'aéronefs sont réalisés par une succession axiale de roues aubagées fixes et mobiles, également dites roues aubagées de stator, et roues aubagées de rotor. Dans le cas où une telle roue aubagée est sectorisée angulairement, à savoir selon la direction circonférentielle de la roue, il convient habituellement de limiter les contraintes vibratoires sur les secteurs angulaires de roue.

[0005] Pour ce faire, il est mis en œuvre des moyens permettant d'assurer un amortissement dynamique de ces secteurs, en dissipant l'énergie de la résonnance par frottements entre les talons. Une telle solution d'amortissement est par exemple connue du document FR 3 085 712 A1.

[0006] Une autre solution plus classique consiste à mettre en œuvre une technologie de frottements par contact, entre les talons des aubes adjacentes présentant des formes particulières. Cette technologie, également dite de « prétorsion », se caractérise en effet par une découpe spécifique des deux faces circonférentielles opposées du talon, avec une excroissance coté extrados, et une empreinte de forme complémentaire du côté intrados. La coopération deux à deux de ces faces circonférentielles permet un maintien des deux talons adjacents l'un par rapport à l'autre, dans la direction axiale.

Cette technologie de prétorsion est également dénommée par le terme « interlock » de langue anglaise.

[0007] Lors du montage des aubes, une mise en appui des faces circonférentielles de contact est générée par le biais d'une déformée angulaire de la pale, constituant la prétorsion souhaitée.

[0008] En fonctionnement, les vibrations des aubes induisent des glissements relatifs au niveau des faces circonférentielles des talons, qui, couplées aux pressions de contact, créent de l'amortissement par friction.

[0009] Avec cette technologie, l'effort de contact entre les talons peut varier pendant le fonctionnement de la turbomachine. Cette variation peut provenir de la rotation naturelle de la pale autour de son axe de vrillage (sens horaire ou antihoraire), ou encore du mouvement relatif des talons adjacents selon la direction circonférentielle (rapprochement ou écartement). Lors du montage des aubes, il est nécessaire de tenir compte de ces possibles variations en fonctionnement, et de s'assurer qu'à haut régime, c'est-à-dire au régime où l'amortissement dynamique est principalement recherché, l'effort de contact cible soit atteint. Cela peut conduire à appliquer un effort de contact très élevé lors du montage des aubes, qui se traduit par des sur-contraintes statiques importantes, susceptibles de fragiliser les aubes et/ou d'en réduire la durée de vie. Cet inconvénient s'avère plus ou moins contraignant, en fonction du matériau utilisé et de sa capacité à supporter de telles contraintes. Par exemple, pour des aubes réalisées en matériau composite à matrice céramique, également dit matériau CMC, les contraintes mécaniques admissibles restent souvent faibles, ce qui rend les aubes peu tolérantes à ce principe de prétorsion. Ainsi, lorsqu'une aube est réalisée en matériau CMC, elle peut s'avérer incompatible avec la nécessité d'appliquer une forte prétorsion au montage, requise aux fins d'un amortissement satisfaisant au régime souhaité.

[0010] Cette problématique est observée lorsque la roue aubagée est sectorisée en une pluralité d'aubes adjacentes distinctes les unes des autres, comme mentionné ci-dessus, mais également lorsque la roue présente des secteurs angulaires de roue comprenant chacun plusieurs pales, ainsi qu'un même talon solidaire de ces pales. En d'autres termes, dans le dernier cas, chaque secteur angulaire de roue peut être assimilé à une pluralité d'aubes adjacentes, solidaires les unes des autres.

[0011] D'autres solutions d'amortissement dynamique sont connues, comme le fait de rapporter des éléments de friction à l'interface entre les talons, au niveau de leurs faces circonférentielles qui coopèrent deux à deux. Ces solutions présentent généralement l'inconvénient de générer des perturbations aérodynamiques au niveau de la veine.

## Exposé de l'invention

[0012] Pour répondre aux inconvénients mentionnés ci-dessus, l'invention a tout d'abord

pour objet une roue aubagée pour turbomachine d'aéronef, la roue étant formée par plusieurs secteurs angulaires de roue se succédant selon une direction circonférentielle de la roue, chaque secteur angulaire de roue comprenant une ou plusieurs pales ainsi qu'un talon agencé en tête de ladite une ou plusieurs pales.

[0013] Selon l'invention, la roue comprend un premier secteur angulaire de roue ainsi qu'un second secteur angulaire de roue adjacent au premier, le premier secteur angulaire de roue présentant un talon fixe solidaire de la tête de ladite une ou plusieurs pales de ce premier secteur, tandis que le second secteur angulaire de roue présente un talon mobile monté radialement mobile sur la tête de ladite une ou plusieurs pales de ce second secteur de roue. De plus, le talon fixe comporte au moins une première surface de friction, et le talon mobile comporte au moins une seconde surface de friction destinée à coopérer par frottements avec ladite au moins une première surface de friction, de manière à former un dispositif d'amortissement dynamique.

[0014] L'invention apporte ainsi une solution simple, fiable, performante et de faible masse à la problématique exposée précédemment, dont le principe permet de s'affranchir des contraintes associées au principe de prétorsion des aubes rencontré dans l'art antérieur. Notamment, il n'est plus nécessaire d'introduire des contraintes statiques de prétorsion élevées dans les secteurs angulaires lors de leur montage, et l'usinage de formes complexes complémentaires sur les faces circonférentielles opposées des talons n'est plus requis. Avantageusement, l'invention permet l'utilisation de matériaux variés pour la réalisation des secteurs angulaires de roue, incluant les matériaux CMC.

[0015] Grâce au caractère déplaçable du talon mobile du second secteur angulaire de roue, selon la direction radiale, ce talon mobile peut alors entrer en contact avec le talon fixe du premier secteur angulaire de roue adjacent, et générer avec lui un frottement d'amortissement vibratoire.

[0016] L'invention présente également l'avantage de ne pas requérir la mise en œuvre d'éléments de friction rapportés entre les talons, avec comme gain une réduction de la masse globale de la roue aubagée.

[0017] Enfin, l'invention peut être aisément mise en œuvre sans impacter aérodynamiquement la veine, en tout cas en générant moins de perturbations qu'avec les solutions antérieures consistant à rapporter des éléments de friction à l'interface entre les talons, au niveau de leurs faces circonférentielles qui coopèrent deux à deux.

[0018] L'invention prévoit par ailleurs préférentiellement au moins l'une quelconque des caractéristiques optionnelles suivantes, prises individuellement ou en combinaison.

[0019] De préférence, la roue aubagée comporte un autre premier secteur angulaire de roue agencé de sorte que les deux premiers secteurs angulaires de roue se trouvent directement de part et d'autre du second secteur angulaire de roue, ledit dispositif d'amortissement dynamique comportant également ladite au moins une première

surface de friction de l'autre premier secteur angulaire de roue, destinée à coopérer par frottements avec ladite au moins une seconde surface de friction du second secteur angulaire de roue. En d'autres termes, dans ce mode de réalisation préféré de l'invention, la réalisation du dispositif d'amortissement dynamique par frottements provient de la coopération combinée entre d'une part le talon mobile du second secteur angulaire de roue, et d'autre part le talon fixe de chacun des deux premiers secteurs angulaires de roue disposés de part et d'autre du second secteur. Néanmoins, une simple coopération entre un second secteur angulaire de roue à talon mobile et un unique premier secteur de roue à talon fixe reste envisageable, sans sortir du cadre de l'invention.

[0020] De préférence, le talon fixe comporte une première base ainsi qu'au moins un organe d'étanchéité faisant saillie radialement vers l'extérieur à partir de la première base du talon fixe. De plus, le talon mobile comporte une seconde base, la première et la seconde base présentant chacune une surface radialement interne de délimitation d'une veine de circulation des gaz.

[0021] Selon une première possibilité, ladite au moins une première surface de friction du talon fixe comporte au moins une face circonférentielle de la première base du talon fixe, et ladite au moins une seconde surface de friction du talon mobile comporte au moins une face circonférentielle de la seconde base du talon mobile, les faces circonférentielles étant destinées à coopérer ensemble par frottements.

[0022] Selon une seconde possibilité, au moins un organe d'étanchéité du talon fixe présente une portion en saillie circonférentiellement à partir de la première base, et ladite au moins une première surface de friction du talon fixe comporte une surface radialement interne de la portion en saillie de l'organe d'étanchéité, et ladite au moins une seconde surface de friction du talon mobile comporte au moins une portion d'une surface radialement externe de la seconde base du talon mobile, la surface radialement interne de la portion en saillie de l'organe d'étanchéité étant destinée à coopérer par frottements avec la portion de la surface radialement externe de la seconde base du talon mobile.

[0023] Selon une troisième possibilité, la seconde base du talon mobile comprend au moins une extension circonférentielle d'épaisseur réduite, et ladite au moins une seconde surface de friction du talon mobile comporte une face radialement externe de l'extension circonférentielle, ladite au moins une première surface de friction du talon fixe comportant une face d'évidement sur la surface radialement interne de délimitation de la veine de circulation des gaz, la face radialement externe de l'extension circonférentielle étant destinée à coopérer par frottements avec la face d'évidement de la surface radialement interne de délimitation de la veine.

[0024] Bien entendu, les première, seconde et troisième solutions précitées sont combinables entre elles.

[0025] De préférence, le talon mobile est dépourvu d'organe d'étanchéité faisant saillie radialement vers l'extérieur à partir de la seconde base. Par conséquent, le talon mobile peut être réalisé aisément par une simple plaque trouée, pour laisser passer la tête de la / des pales du second secteur angulaire de roue concerné.

[0026] De préférence, la roue aubagée est formée par l'alternance, selon la direction circonférentielle, de premiers et de seconds secteurs angulaires de roue.

[0027] De préférence, les premier et second secteurs angulaires de roue sont réalisés en matériau composite à matrice céramique, même si d'autres matériaux peuvent être envisagés, sans sortir du cadre de l'invention.

[0028] De préférence, il s'agit d'une roue aubagée fixe ou mobile, de compresseur ou de turbine, et de préférence une roue mobile de turbine basse pression.

[0029] Enfin, l'invention a également pour objet une turbomachine d'aéronef, comme un turboréacteur à double flux et à double corps, comprenant au moins une telle roue aubagée.

[0030] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

## Brève description des dessins

[0031] Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels :

[0032] [Fig.1] représente une vue schématique en coupe longitudinale d'une turbomachine d'aéronef selon l'invention ;

[0033] [Fig.2] représente une vue en perspective, plus détaillée, d'une roue aubagée d'une turbine basse pression de la turbomachine montrée sur la figure précédente, la roue aubagée se présentant sous la forme d'un mode de réalisation préféré de l'invention ;

[0034] [Fig.3] représente une vue partielle et agrandie en perspective d'une partie de la roue aubagée montrée sur la figure précédente ;

[0035] [Fig.4] représente une vue en perspective éclatée de la partie de roue aubagée montrée sur la figure précédente ;

[0036] [Fig.5] représente une vue en perspective éclatée de la partie de roue aubagée montrée sur la figure précédente, selon un autre angle de vue ; et

[0037] [Fig.6] représente une vue schématique en coupe transversale d'une partie d'une roue aubagée se présentant sous la forme d'un autre mode de réalisation préféré de l'invention.

## EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE L'INVENTION

[0038] En référence tout d'abord à la [Fig.1], il est représenté une turbomachine 1 d'aéronef, selon un mode de réalisation préféré de l'invention. Il s'agit ici d'un turboréacteur à double flux et à double corps. Néanmoins, il pourrait s'agir d'une turbomachine d'un autre type, par exemple un turbopropulseur, sans sortir du cadre de l'invention.

[0039] La turbomachine 1 présente un axe central longitudinal 2 autour duquel s'étendent ses différents composants. Elle comprend, d'amont en aval selon une direction principale 5 d'écoulement des gaz à travers cette turbomachine, une soufflante 3, un compresseur basse pression 4, un compresseur haute pression 6, une chambre de combustion 11, une turbine haute pression 7 et une turbine basse pression 8. La soufflante 3 peut être entraînée directement par un corps basse pression comprenant le compresseur 4 et la turbine 8, ou bien être entraînée indirectement par un réducteur (non représenté).

[0040] De manière conventionnelle, après avoir traversé la soufflante 3, l'air se divise en un flux primaire central 12a et un flux secondaire 12b qui entoure le flux primaire. Le flux primaire 12a s'écoule dans une veine principale 14a de circulation des gaz traversant les compresseurs 4, 6, la chambre de combustion 11 et les turbines 7, 8. Le flux secondaire 12b s'écoule quant à lui dans une veine secondaire 14b délimitée radialement vers l'extérieur par un carter moteur, entouré d'une nacelle 9.

[0041] Chaque turbine 7, 8 et chaque compresseur 4, 6 comprend, de façon classique et connue de l'homme du métier, une alternance de roues aubagées mobiles et de roues aubagées fixes, centrées sur l'axe 2. L'invention réside dans la conception de ces roues aubagées, et plus particulièrement dans le principe d'amortissement dynamique qui y est implanté.

[0042] La [Fig.2] montre une roue aubagée mobile 20 selon un mode de réalisation préféré de l'invention, cette roue étant préférentiellement destinée à former une partie de la turbine basse pression 8. Néanmoins, l'invention peut s'appliquer à la turbine haute pression 7, ou encore à l'un des deux compresseurs 4, 6. De plus, il peut s'agir d'une roue aubagée fixe, sans sortir du cadre de l'invention.

[0043] La roue aubagée 20 comprend un disque 22, centré sur l'axe 2 et sur lequel sont montés, radialement vers l'extérieur, une pluralité de secteurs angulaires de roue formant une rangée annulaire d'aubes. En effet, dans l'invention, la roue aubagée présente un caractère sectorisé / segmenté selon la direction circonférentielle 24. Dans le mode de réalisation préféré montré sur la [Fig.2], chaque secteur angulaire se réduit en fait à une unique aube 26, comprenant une pale 28 formant la partie aérodynamique de l'aube, ainsi qu'un pied 30 et un talon 32. De manière connue, le pied 30 est formé par une partie de plus forte épaisseur, par exemple à section en forme de bulbe, qui est engagée dans un logement correspondant 34 ménagé à la périphérie du disque 22.

[0044] A l'opposé du pied 30, radialement vers l'extérieur, la pale 28 de l'aube porte le talon 32, ce dernier étant donc agencé en tête de pale.

[0045] Bien que cela ne soit pas représenté, chaque secteur angulaire d'aube pourrait alternativement intégrer plusieurs pales adjacentes selon la direction circonférentielle 24, avec la tête de chacune de ces pales associée à un même talon 32. Dans ce cas de

figure, chaque secteur angulaire de roue peut alors être assimilé à une pluralité d'aubes adjacentes 26, solidaires les unes des autres. Par la suite, il sera donc uniquement décrit, de manière détaillée, la solution à aubes individuelles et distinctes pour former les secteurs angulaires de roue. Néanmoins, l'ensemble des caractéristiques et des avantages qui sont décrits ci-dessous s'avèrent également applicables à la solution de secteurs angulaires de roue comprenant chacun plusieurs pales 28 adjacentes circonférentiellement.

[0046] L'une des particularités de l'invention réside dans l'alternance, selon la direction circonférentielle 24, de premiers et de seconds secteurs angulaires de roue de conceptions différentes, et formant à leurs interfaces des dispositifs d'amortissement dynamique par frottements, comme cela sera décrit ultérieurement. Ainsi, dans ce mode de réalisation préféré, il s'agit d'une alternance entre des premières aubes et des secondes aubes de conceptions différentes, qui vont être décrites en référence aux figures 3 à 5.

[0047] Sur chacune de ces figures, il est représenté l'alternance de deux premières aubes 26a et de deux secondes aubes 26b, qui se succèdent selon la direction circonférentielle 24. Par la suite, il sera essentiellement décrit la coopération entre l'une des secondes aubes 26b, et les deux premières aubes 26a qui se trouvent agencées directement de part et d'autre de cette seconde aube 26b. A cet égard, il est noté que cette coopération entre les aubes 26a, 26b demeure la même au sein de toute la roue, étant précisé qu'un dispositif d'amortissement dynamique par frottement 40 est associé à chacune des secondes aubes 26b de la roue 20. De plus, toutes les premières aubes 26a présentent une conception identique ou similaire, de même que toutes les secondes aubes 26b présentent elles aussi une conception identique ou similaire, de sorte que seules une première aube 26a et une seconde aube 26b seront décrites ci-dessous.

[0048] En référence donc conjointement aux figures 3 à 5, chaque première aube 26a comporte un talon fixe 32a, solidaire de la tête de la pale 28. Ce talon fixe 32a comporte une première base 36a ainsi qu'au moins un organe d'étanchéité 38 faisant saillie radialement vers l'extérieur à partir de la première base 36a. La première base 36a forme une plateforme radialement externe, dont la surface radialement interne 37a délimite la veine principale 14a. De manière classique, la première plateforme 36a peut être prolongée axialement vers l'amont et vers l'aval, respectivement par deux becquets. A partir de sa surface radialement externe 39a, la première plateforme 36a du talon fixe porte plusieurs organes d'étanchéité 38, à savoir deux organes 38 en forme de léchettes qui font saillie de la surface 39a vers l'extérieur, selon une direction radiale 35 de l'aube selon laquelle le pied 30 et le talon 32 sont écartés l'un de l'autre, avec le pied situé davantage vers l'intérieur. Dans la description, les termes interne/externe et intérieur/extérieur, associés à la direction radiale 35, sont définis par rapport à chaque aube dans son environnement, et donc par rapport au pied de l'aube qui forme

radialement la partie la plus interne de cette aube.

[0049] Pour ce qui concerne les léchettes 38 précitées, une légère inclinaison axiale de celles-ci est possible, comme une inclinaison vers l'amont, sans sortir du cadre de l'invention. Les léchettes 38, ici au nombre de deux espacées axialement l'une de l'autre, présentent une extrémité distale en regard radialement d'une surface intérieure d'un carter de turbine (non représenté). Elles permettent de maîtriser l'étanchéité avec ce carter de turbine, en configuration de fonctionnement du turboréacteur. En effet, ces léchettes 38 sont destinées à se rapprocher au plus près de la surface du carter afin de procurer une fonction d'étanchéité vis-à-vis du flux primaire 12a, qui traverse la roue mobile aubagée 20 en rotation.

[0050] Les deux léchettes 38 ainsi que la première plateforme 36a délimitent ensemble une cavité 45 ouverte radialement vers l'extérieur, et habituellement dénommée « baignoire ».

[0051] En outre, chaque léchette 38 présente une portion 38a en saillie circonférentiellement à partir de la première base / plateforme 36a, et de préférence deux portions 38a s'étendant en saillie dans des sens opposés depuis les extrémités circonférentielles respectives de la première base 36a. Chaque portion de léchette en saillie 38a présente une forme identique ou similaire au corps de léchette 38 qu'elle prolonge selon la direction circonférentielle 24.

[0052] Le talon fixe 32a présente la particularité de comporter plusieurs premières surfaces de friction, destinées à l'amortissement dynamique des talons par frottements.

[0053] Il s'agit tout d'abord des deux faces circonférentielles opposées 42a de la première base 36a, de faible épaisseur radiale. Il s'agit ensuite d'une surface radialement interne 44a de chaque portion de léchette en saillie 38a, à savoir quatre surfaces 44a pour chaque première aube 26a.

[0054] En outre, chaque seconde aube 26b comporte un talon mobile 32b, monté radialement mobile sur la tête 46 de la pale 28. Pour ce faire, le talon mobile 32b se présente ici sous la forme d'une simple seconde base 36b, préférentiellement dépourvue de léchettes comme celles équipant la première base 36a des talons fixes des premières aubes 26a. De ce fait, le talon mobile 32b peut être réalisé à l'aide d'une simple plaque trouée d'une ouverture 48 de forme complémentaire de celle de la tête de pale 46 qu'elle reçoit, et le long de laquelle le talon 32b est apte à se déplacer en fonctionnement, selon une amplitude radiale limitée.

[0055] Le maintien radialement vers l'intérieur du talon mobile 32b s'effectue de préférence par un ou plusieurs méplats 50, pratiqués sur la tête de pale 46. Alternativement, de par le vrillage de la pale 28, la géométrie de celle-ci peut à elle seule empêcher le talon mobile 32b de glisser radialement vers l'intérieur au-delà d'une position déterminée par rapport à la tête de pale 46. Le maintien du talon mobile 32b radialement vers

l'extérieur est quant à lui assuré par les portions circonférentielles en saillie 38 des talons fixes 32a des premières aubes adjacentes 26a, comme cela sera exposé ultérieurement.

[0056] La seconde base 36b forme donc également une plateforme radialement externe, dont la surface radialement interne 37b délimite la veine principale 14a. En revanche, comme indiqué précédemment, sa surface radialement externe 39b est dépourvue d'organe d'étanchéité, et forme une surface libre, de préférence continue. A cet égard, il est néanmoins noté que les secondes base 36b et/ou les premières bases 36a pourraient être équipées, sur leurs surfaces radialement externes respectives 39b, 39a, de nervures de renforcement mécanique en saillie radialement vers l'extérieur.

[0057] Le talon mobile 32b présente la particularité de comporter plusieurs secondes surfaces de friction, destinées à l'amortissement dynamique des talons par frottements.

[0058] Il s'agit tout d'abord des deux faces circonférentielles opposées 42b de la seconde base 36b, de faible épaisseur radiale. Il s'agit ensuite de portions 44b de la surface radialement externe 39b de la seconde base 36b, à savoir quatre portions 44b pour chaque seconde aube 26b, chacune de ces portions 44b étant en effet destinée à coopérer par frottements avec la surface radialement interne 44a de l'une des portions de léchette en saillie 38a.

[0059] Plus précisément, un dispositif d'amortissement dynamique 40 est associé à chaque seconde aube 26b, au niveau de son talon mobile 32b. Pour la seconde aube 26b située la plus à gauche sur les figures 3 à 5, de part et d'autre de laquelle sont agencées deux premières aubes 26a, le dispositif d'amortissement dynamique 40 est formé par la coopération par frottements des surfaces suivantes, en cas d'excitations vibratoires au cours du fonctionnement du turboréacteur :

[0060] - sur la première aube 26a de gauche, les deux surfaces radialement internes 44a des deux portions de léchette 38a en saillie vers la seconde aube 26b considérée, respectivement avec deux portions 44b de la surface radialement externe 39b de la seconde base 36b du talon mobile 32b, ces surfaces étant en regard / en contact deux à deux ;

[0061] - sur l'autre première aube 26a, à savoir celle de droite, les deux surfaces radialement internes 44a des deux portions de léchette 38a en saillie vers la seconde aube 26b considérée, respectivement avec les deux autres portions 44b de la surface radialement externe 39b de la seconde base 36b du talon mobile 32b, ces surfaces étant en regard / en contact deux à deux ;

[0062] - sur la première aube 26a de gauche, la face circonférentielle 42a de la première base 36a, avec la face circonférentielle 42b de la seconde base 36b qui lui est située en regard / en contact selon la direction circonférentielle 24 ; et

[0063] - sur la première aube 26a de droite, la face circonférentielle 42a de la première base 36a, avec la face circonférentielle 42b de la seconde base 36b qui lui est située en

regard / en contact selon la direction circonférentielle 24.

[0064] En fonctionnement, c'est bien le frottement deux à deux des surfaces mentionnées ci-dessus qui procurent l'amortissement désiré.

[0065] Dans l'invention, la capacité d'amortissement dynamique est avantageusement renforcée par le caractère mobile du second talon 32b, selon une amplitude radiale préférentiellement limitée, et dont la butée radiale externe est formée par les quatre portions circonférentielles de léchette en saillie 38a qui le recouvrent. D'ailleurs, il est noté que les quatre portions en saillie 38a concernées peuvent être en contact deux à deux circonférentiellement, pour renforcer encore davantage l'effet d'amortissement dynamique conféré par le dispositif 40, en cas d'excitations vibratoires.

[0066] Le mode de réalisation préféré se rapporte à une roue mobile 20 de turbine ou de compresseur, de sorte que le plaquage radial du second talon 32b, contre les quatre portions circonférentielles de léchette en saillie 38a, s'effectue sous l'effet de la force centrifuge au cours du fonctionnement du turboréacteur. Dans un autre mode de réalisation préféré où la roue 20 est une roue fixe de compresseur ou de turbine, ce plaquage radial peut être simplement obtenu du fait de la différence de pression observée de part et d'autre du second talon 32b, selon la direction radiale 35.

[0067] Il est noté que c'est le même type de matériau qui est ici préférentiellement envisagé pour la fabrication des premières et secondes aubes 26a, 26b, à savoir un matériau CMC. C'est en effet ce type de matériau qui est privilégié pour toutes les parties constitutives de ces aubes 26a, 26b, notamment les talons fixes et mobiles 32a, 32b.

[0068] Par ailleurs, les talons fixes et mobiles 32a, 32b sont de préférence réalisés de sorte que les premières bases 36a présentent une longueur circonférentielle strictement supérieure à la longueur circonférentielle des secondes bases 36b. Le rapport entre ces longueurs peut excéder la valeur de deux, voire être encore supérieur.

[0069] Aussi, l'invention apporte une solution d'amortissement simple et performante, répondant aux cas d'excitations vibratoires des aubes générant sur celles-ci un/des modes de flexion axiale, un/des modes de flexion tangentielle / circonférentielle, ainsi qu'un/des modes de torsion radiale autour de la direction radiale de ces aubes.

[0070] Selon un autre mode de réalisation préféré de l'invention représenté sur la [Fig.6], le dispositif d'amortissement 40 associé à la seconde aube 26b située au centre, est complété par la coopération par frottements deux à deux d'autres surfaces des talons 32a, 32b. En effet, la seconde base 36b du talon mobile 32b comprend de part et d'autre de cette base 36b une extension circonférentielle 54 d'épaisseur réduite, venant se loger dans un évidement pratiqué sur la surface radialement interne 37a, au niveau d'une extrémité circonférentielle de celle-ci. Par conséquent, parmi les secondes surfaces de friction du talon mobile, le dispositif d'amortissement 40 comporte également une face radialement externe 52b de l'extension circonférentielle de gauche,

coopérant par frottements avec une face d'évidement 52a prévue sur la surface radialement interne 37a de l'aube de gauche, cette face d'évidement 52a faisant alors partie intégrante des premières surfaces de friction du dispositif 40.

[0071] De même, parmi les secondes surfaces de friction du talon mobile, le dispositif d'amortissement 40 comporte également une face radialement externe 52b de l'extension circonférentielle de droite, coopérant par frottements avec une face d'évidement 52a prévue sur la surface radialement interne 37a de l'aube de droite, cette face d'évidement 52a faisant elle aussi partie intégrante des premières surfaces de friction du dispositif 40.

[0072] Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite, uniquement à titre d'exemples non limitatifs et dans la limite de la portée des revendications annexées.

# Revendications

[Revendication 1] Roue aubagée (20) pour turbomachine d'aéronef, la roue étant formée par plusieurs secteurs angulaires de roue (26a, 26b) se succédant selon une direction circonférentielle (24) de la roue, chaque secteur angulaire de roue comprenant une ou plusieurs pales (28) ainsi qu'un talon (32a, 32b) agencé en tête de ladite une ou plusieurs pales,
caractérisée en ce que la roue comprend un premier secteur angulaire de roue (26a) ainsi qu'un second secteur angulaire de roue (26b) adjacent au premier, le premier secteur angulaire de roue présentant un talon fixe (32a) solidaire de la tête de ladite une ou plusieurs pales de ce premier secteur, tandis que le second secteur angulaire de roue (26b) présente un talon mobile (32b) monté radialement mobile sur la tête (46) de ladite une ou plusieurs pales de ce second secteur de roue,
le talon fixe (32a) comportant au moins une première surface de friction (42a, 44a, 52a), et le talon mobile (32b) comportant au moins une seconde surface de friction (42b, 44b, 52b) destinée à coopérer par frottements avec ladite au moins une première surface de friction, de manière à former un dispositif d'amortissement dynamique (40).

[Revendication 2] Roue aubagée selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte un autre premier secteur angulaire de roue (26a) agencé de sorte que les deux premiers secteurs angulaires de roue (26a) se trouvent directement de part et d'autre du second secteur angulaire de roue (26b), ledit dispositif d'amortissement dynamique (40) comportant également ladite au moins une première surface de friction (42a, 44a, 52a) de l'autre premier secteur angulaire de roue (26a), destinée à coopérer par frottements avec ladite au moins une seconde surface de friction (42b, 44b, 52b) du second secteur angulaire de roue (26b).

[Revendication 3] Roue aubagée selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisée en ce que le talon fixe (32a) comporte une première base (36a) ainsi qu'au moins un organe d'étanchéité (38) faisant saillie radialement vers l'extérieur à partir de la première base (36a) du talon fixe, en ce que le talon mobile (32b) comporte une seconde base (36b), la première et la seconde base (36a, 36b) présentant chacune une surface radialement interne (37a, 37b) de délimitation d'une veine (14a) de circulation des gaz.

[Revendication 4] Roue aubagée selon la revendication 3, caractérisée en ce que ladite au moins une première surface de friction du talon fixe (32a) comporte au

moins une face circonférentielle (42a) de la première base (36a) du talon fixe, et en ce que ladite au moins une seconde surface de friction du talon mobile (32b) comporte au moins une face circonférentielle (42b) de la seconde base (36b) du talon mobile, les faces circonférentielles (42a, 42b) étant destinées à coopérer ensemble par frottements.

[Revendication 5] Roue aubagée selon la revendication 3 ou la revendication 4, caractérisée en ce qu'au moins un organe (38) d'étanchéité du talon fixe (32a) présente une portion (38a) en saillie circonférentiellement à partir de la première base (36a), en ce que ladite au moins une première surface de friction du talon fixe comporte une surface radialement interne (44a) de la portion (38a) en saillie de l'organe d'étanchéité (38), et en ce que ladite au moins une seconde surface de friction du talon mobile (32b) comporte au moins une portion (44b) d'une surface radialement externe (39b) de la seconde base (36b) du talon mobile, la surface radialement interne (44a) de la portion (38a) en saillie de l'organe d'étanchéité (38) étant destinée à coopérer par frottements avec la portion (44b) de la surface radialement externe (39b) de la seconde base (36b) du talon mobile.

[Revendication 6] Roue aubagée selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisée en ce que la seconde base (36b) du talon mobile (32b) comprend au moins une extension circonférentielle (54) d'épaisseur réduite, et en ce que ladite au moins une seconde surface de friction du talon mobile (32b) comporte une face radialement externe (52b) de l'extension circonférentielle , ladite au moins une première surface de friction du talon fixe (32a) comportant une face d'évidement (52a) sur la surface radialement interne (37a) de délimitation de la veine (14a) de circulation des gaz, la face radialement externe (52b) de l'extension circonférentielle (54) étant destinée à coopérer par frottements avec la face d'évidement (52a) de la surface radialement interne (37a) de délimitation de la veine.

[Revendication 7] Roue aubagée selon l'une quelconque des revendications précédentes, combinée à la revendication 3, caractérisée en ce que le talon mobile (32b) est dépourvu d'organe d'étanchéité faisant saillie radialement vers l'extérieur à partir de la seconde base (36b).

[Revendication 8] Roue aubagée selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle est formée par l'alternance, selon la direction circonférentielle (24), de premiers et de seconds secteurs angulaires de roue (26a, 26b).

[Revendication 9] Roue aubagée selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les premier et second secteurs angulaires de roue (26a, 26b) sont réalisés en matériau composite à matrice céramique.

[Revendication 10] Turbomachine d'aéronef (1) comprenant au moins une roue aubagée (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

[Fig. 1]

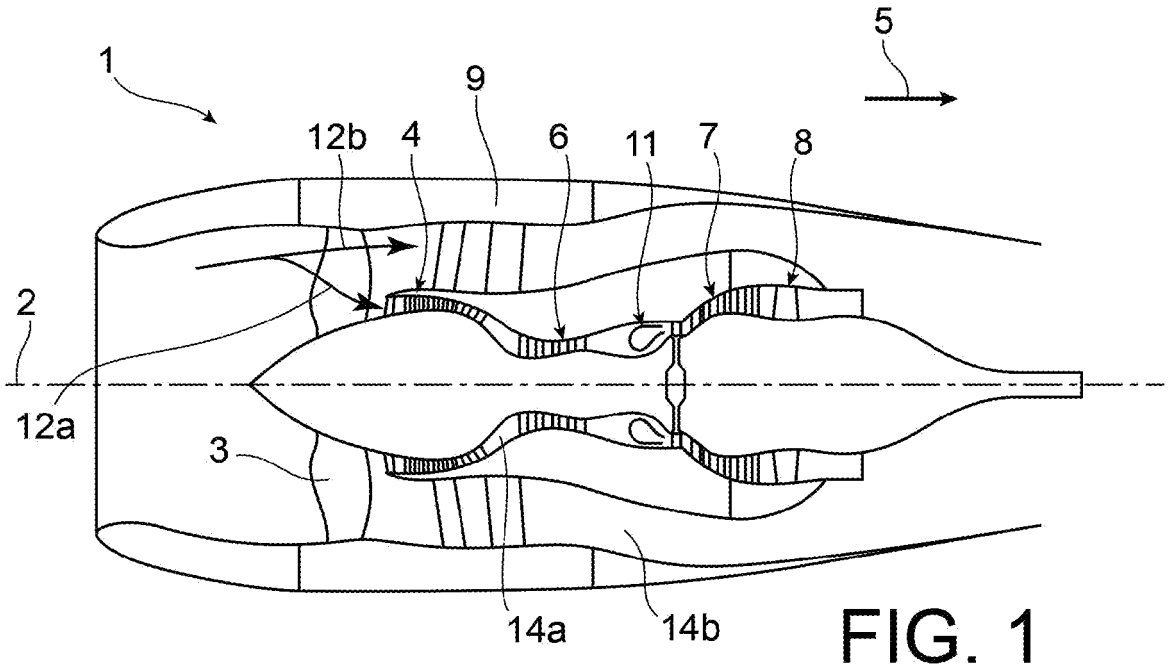



FIG. 1

[Fig. 2]

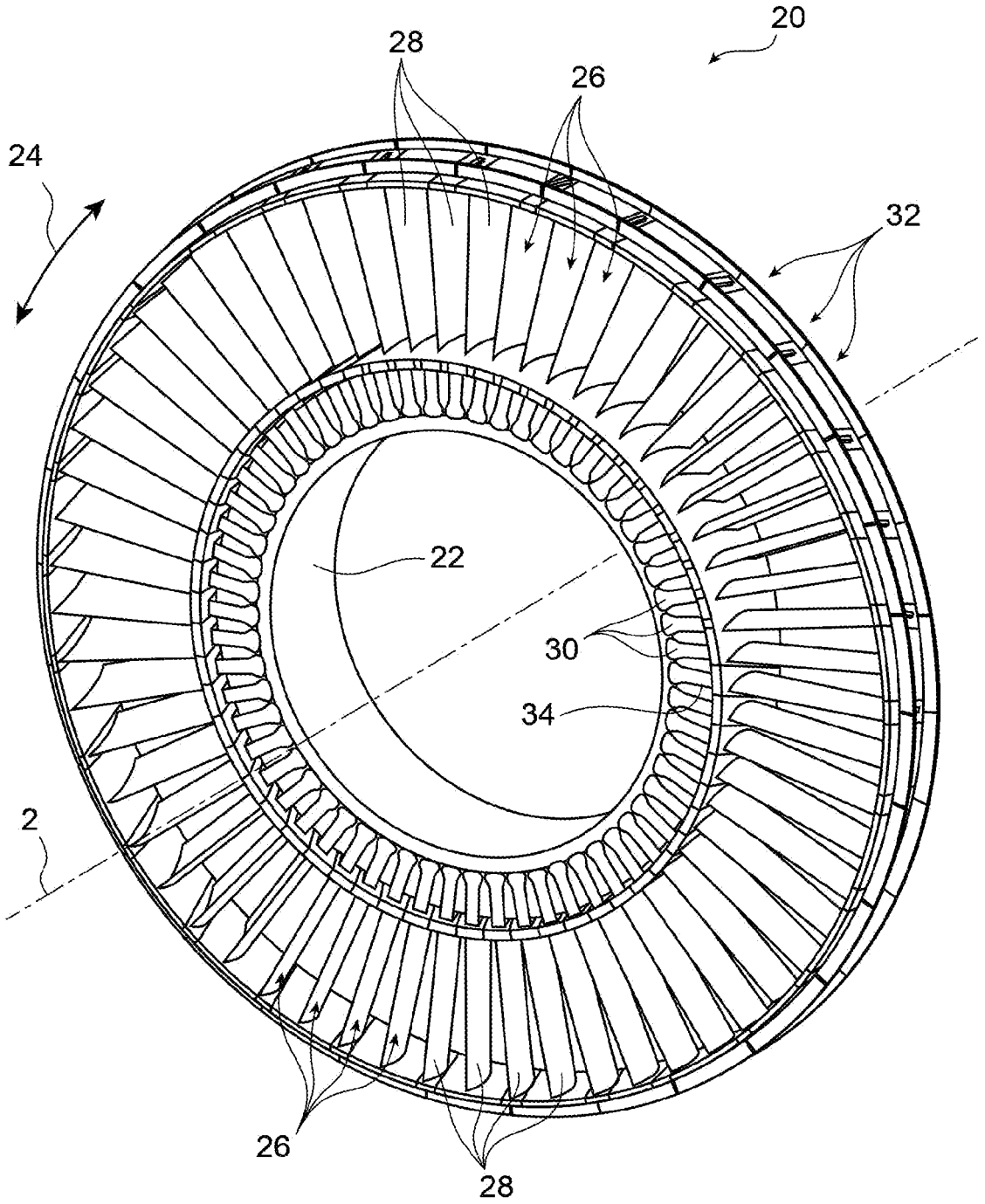



FIG. 2

[Fig. 3]

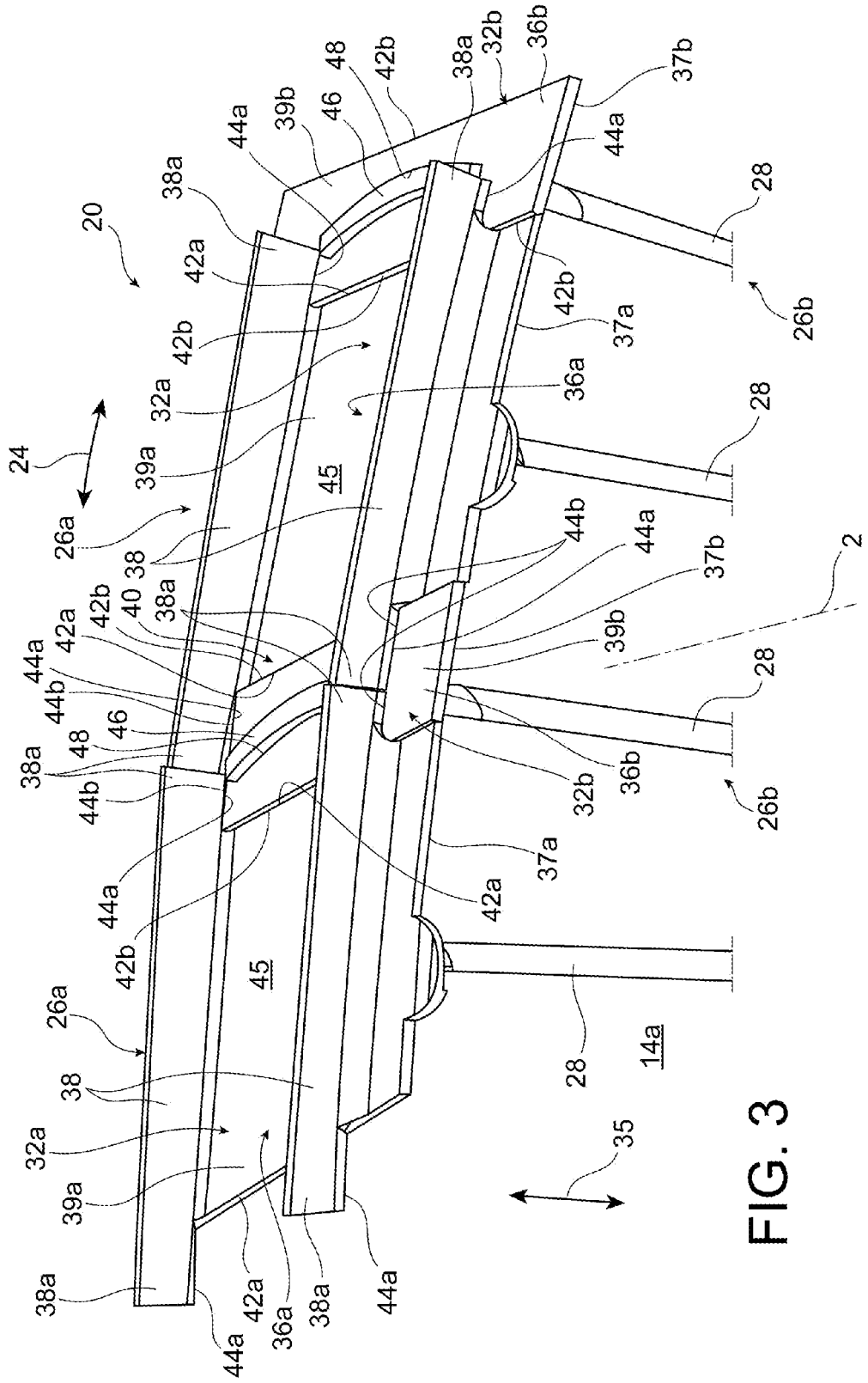

20
24
26a
26b
28
35
45
14a
2
38
38a
39a
39b
40
42a
42b
44a
44b
46
48
32a
32b
36a
36b
37a
37b

FIG. 3

[Fig. 4]

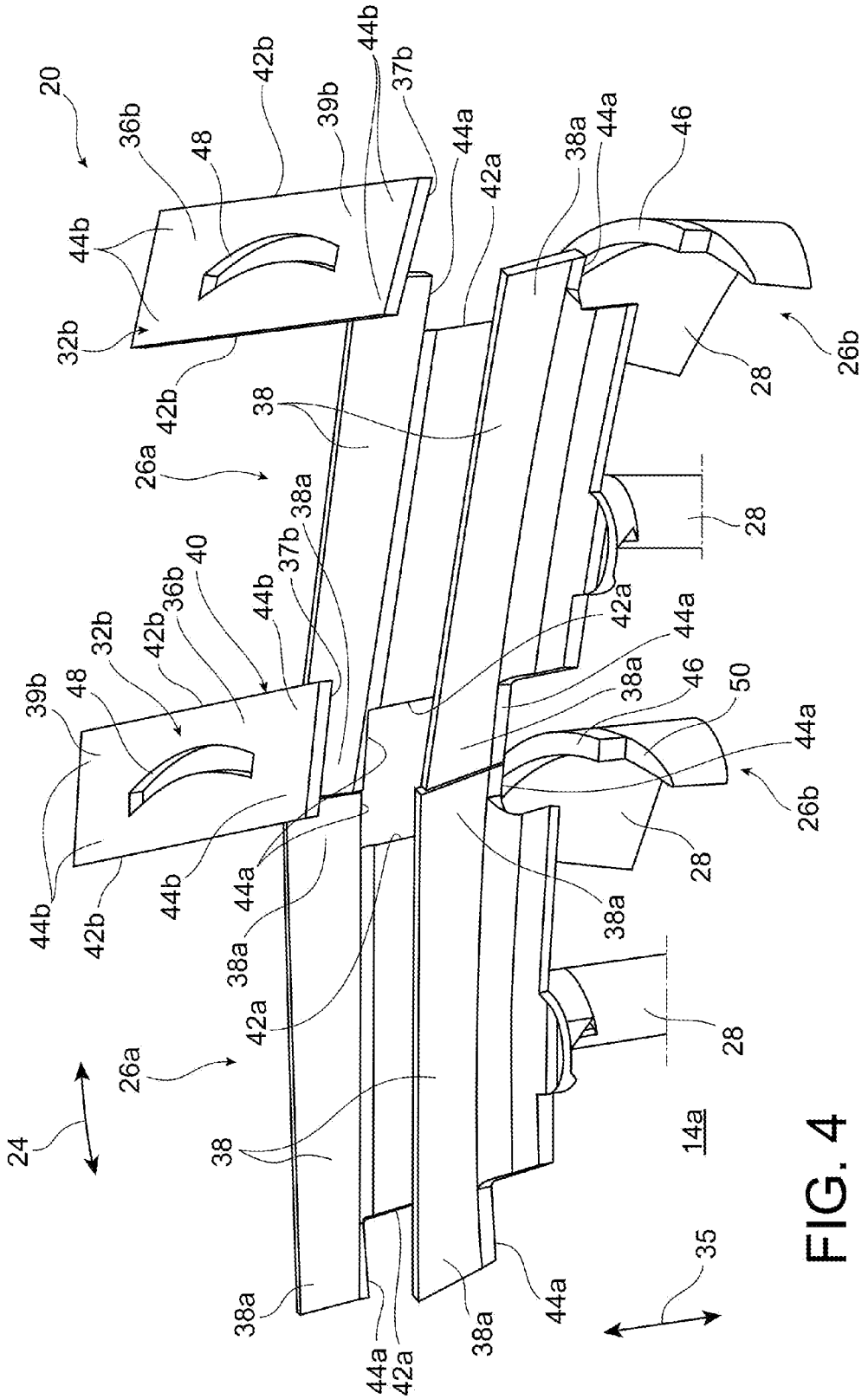

20
36b
48
42b
39b
44b
37b
44a
42a
38a
46
32b
26b
28
38
26a
40
50
24
14a
35

FIG. 4

[Fig. 5]

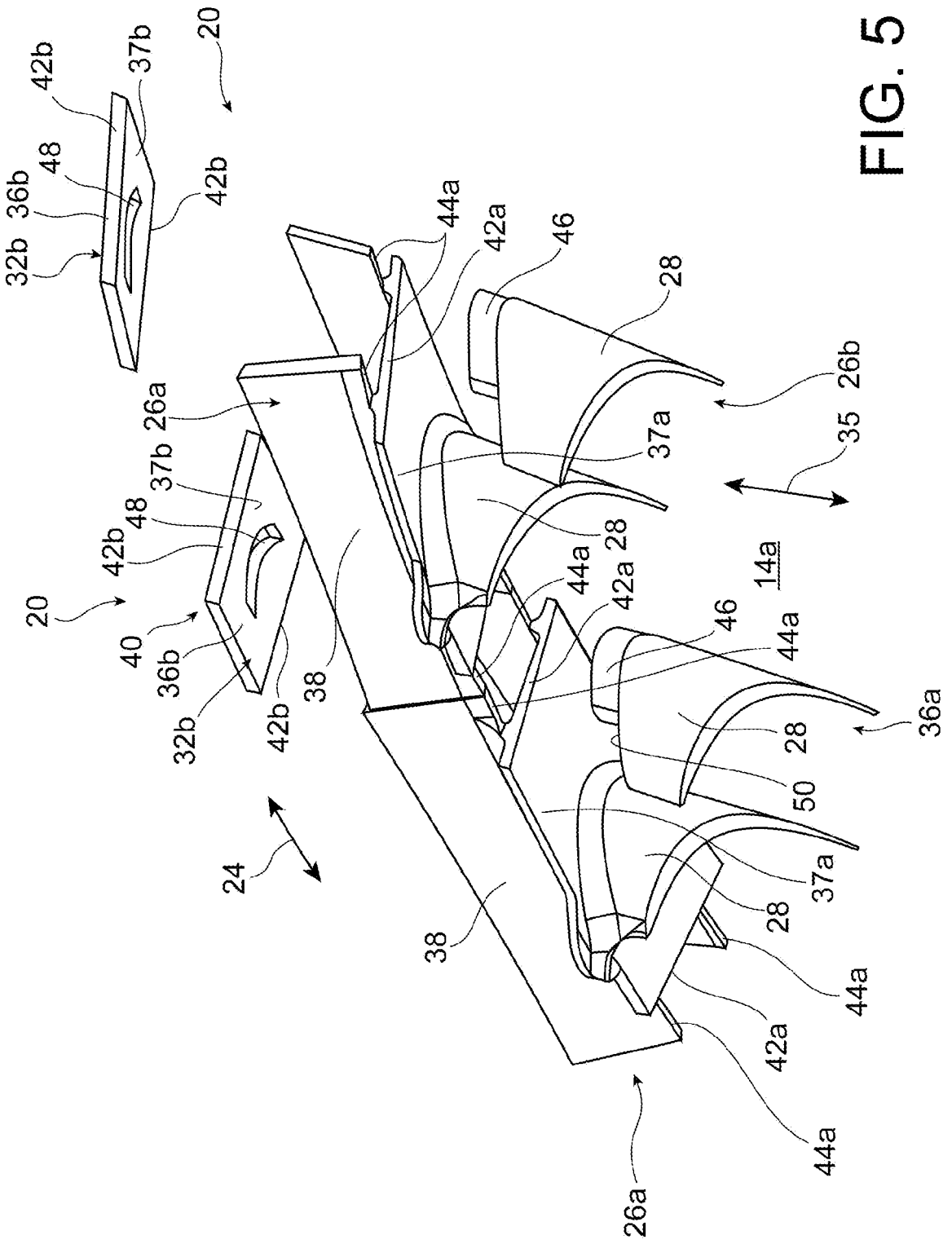

20
42b
37b
48
36b
32b
42b
44a
42a
46
28
26b
26a
37b
48
37a
35
42b
20
28
44a
42a
14a
40
36b
46
44a
32b
42b
38
36a
28
50
24
37a
28
38
44a
42a
44a
26a

FIG. 5

[Fig. 6]

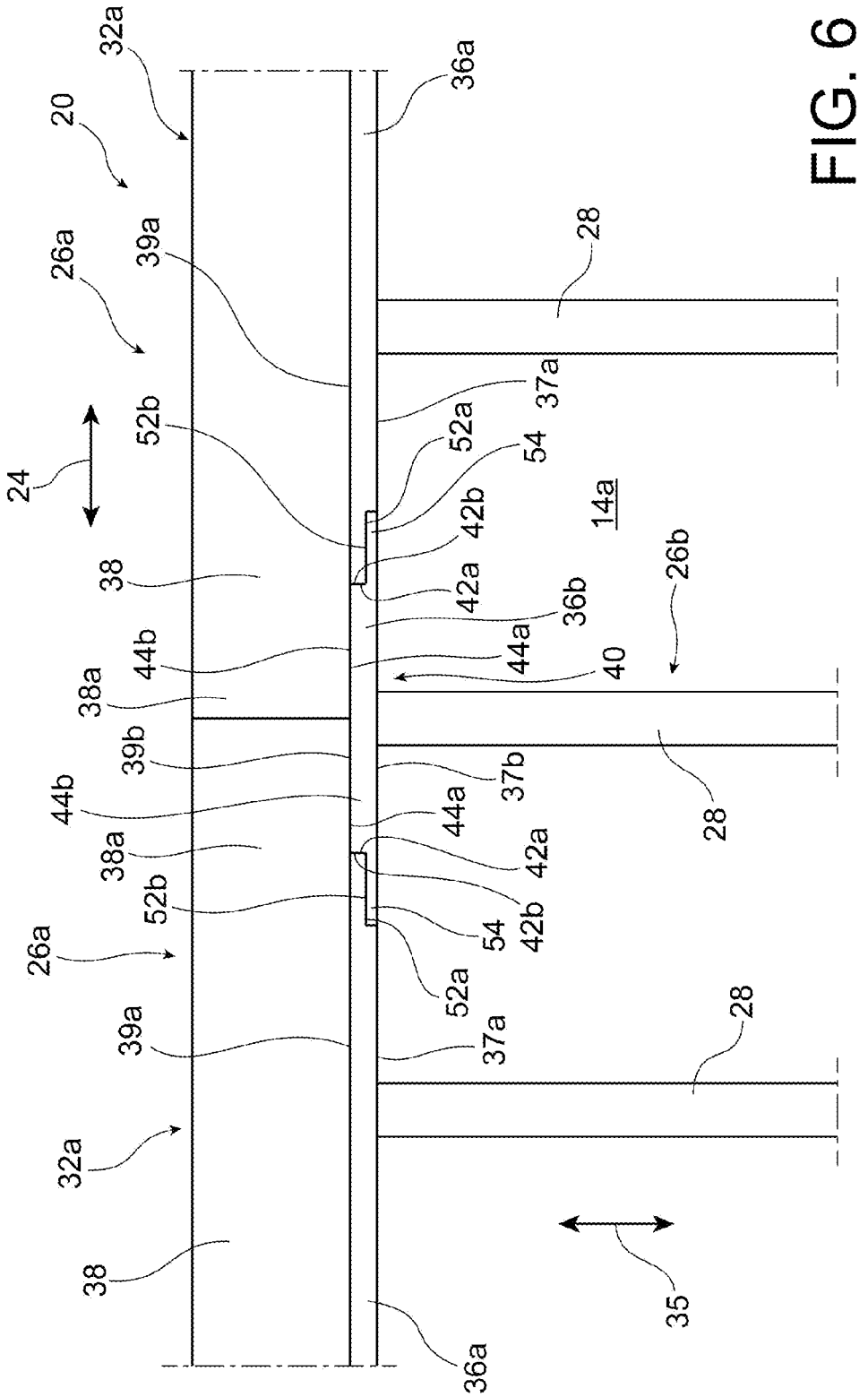

32a
20
26a
24
38
38a
39b
44b
38a
52b
26a
39a
32a
38
36a
39a
52b
38
44b
38a
44b
39b
44a
38a
52b
26a
32a
38
36a
35
28
37a
52a
54
42b
42a
36b
40
14a
26b
37b
44a
42a
42b
54
52a
37a
28
28
28

FIG. 6

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

# RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 918622
FR 2302694

| 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 | | |
| X | US 1 842 957 A (KURT BASSLER) | 1,2,8,10 | F01D 5/10 |
| | 26 janvier 1932 (1932-01-26) | | F01D 5/16 |
| Y | * figures 1,2 * | 9 | F01D 5/22 |
| A | | 3-7 | |
| | ----- | | |
| X | US 2008/089789 A1 (FARINEAU THOMAS JOSEPH [US] ET AL) 17 avril 2008 (2008-04-17) | 1,2,8,10 | |
| Y | * figure 3 * | 9 | |
| A | | 3-7 | |
| | ----- | | |
| X | JP S59 162301 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) | 1,2,8,10 | |
| | 13 septembre 1984 (1984-09-13) | | |
| Y | * figures 1,2,5 * | 9 | |
| A | | 3-7 | |
| | ----- | | |
| X | JP S59 7703 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) | 1,2,8,10 | |
| | 14 janvier 1984 (1984-01-14) | | |
| Y | * figures * | 9 | |
| A | | 3-7 | |
| | ----- | | |
| Y | FR 2 962 481 A1 (SNECMA PROPULSION SOLIDE [FR]; SNECMA [FR]) | 9 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) |
| | 13 janvier 2012 (2012-01-13) | | F01D |
| | * figures * | | |
| | ----- | | |

| Date d'achèvement de la recherche | Examinateur |
|---|---|
| 26 octobre 2023 | Raspo, Fabrice |

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet 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



EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

# ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2302694 FA 918622

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 **26-10-2023**
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 1842957 A | 26-01-1932 | AUCUN | |
| US 2008089789 A1 | 17-04-2008 | CN 101165318 A | 23-04-2008 |
| | | JP 2008101615 A | 01-05-2008 |
| | | KR 20080034793 A | 22-04-2008 |
| | | US 2008089789 A1 | 17-04-2008 |
| JP S59162301 A | 13-09-1984 | AUCUN | |
| JP S597703 A | 14-01-1984 | AUCUN | |
| FR 2962481 A1 | 13-01-2012 | FR 2962481 A1 | 13-01-2012 |
| | | US 2012063904 A1 | 15-03-2012 |

EPO FORM P0465