

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 045 715**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②① N° d'enregistrement national : **15 62741**

⑤① Int Cl⁸ : **F 01 D 9/04** (2017.01), B 29 C 70/24, 70/20

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ ENSEMBLE D'ANNEAU DE TURBINE AVEC MAINTIEN A FROID ET A CHAUD.

②② Date de dépôt : 18.12.15.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 23.06.17 Bulletin 17/25.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 26.01.18 Bulletin 18/04.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *HERAKLES Société anonyme et
SNECMA Société anonyme — FR.*

⑦② Inventeur(s) : ROUSSILLE CLEMENT et TESSON
THIERRY.

⑦③ Titulaire(s) : *HERAKLES Société anonyme,
SNECMA Société anonyme.*

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

FR 3 045 715 - B1



Arrière-plan de l'invention

5 Le domaine d'application de l'invention est notamment celui des moteurs aéronautiques à turbine à gaz. L'invention est toutefois applicable à d'autres turbomachines, par exemple à des turbines industrielles.

10 Les matériaux composites à matrice céramique, ou CMC, sont connus pour conserver leurs propriétés mécaniques à des températures élevées, ce qui les rend aptes à constituer des éléments de structure chaude.

15 Dans le cas d'ensembles d'anneau de turbine entièrement métalliques, il est nécessaire de refroidir tous les éléments de l'ensemble et en particulier l'anneau de turbine qui est soumis à des flux particulièrement chauds. Ce refroidissement a un impact significatif sur la performance du moteur puisque le flux de refroidissement utilisé est prélevé sur le flux principal du moteur. En outre, l'utilisation de métal pour l'anneau de turbine limite les possibilités d'augmenter la température au niveau de la turbine, ce qui permettrait pourtant d'améliorer les performances des moteurs aéronautiques.

20 Par ailleurs, un ensemble d'anneau de turbine métallique se déforme sous l'effet des flux thermiques, ce qui modifie les jeux au niveau de la veine d'écoulement et, par conséquent, les performances de la turbine.

25 C'est pourquoi l'utilisation de CMC pour différentes parties chaudes des moteurs a déjà été envisagée, d'autant que les CMC présentent comme avantage complémentaire une masse volumique inférieure à celle de métaux réfractaires traditionnellement utilisés.

30 L'utilisation de secteurs d'anneau en CMC permet de réduire significativement la ventilation nécessaire au refroidissement de l'anneau de turbine. Toutefois, le maintien en position des secteurs d'anneau demeure un problème en particulier vis-à-vis des dilatations différentielles qui peuvent se produire entre la structure métallique de support et les secteurs d'anneau en CMC. En outre, une autre problématique réside dans le contrôle de la forme de la veine aussi bien à froid qu'à chaud sans
35 générer de contraintes trop importantes sur les secteurs d'anneau.

Il existe donc un besoin pour améliorer les ensembles d'anneau de turbine existants mettant en œuvre un matériau CMC afin d'assurer le maintien en position des secteurs d'anneau malgré les dilatations différentielles tout en limitant l'intensité des contraintes mécaniques auxquelles les secteurs d'anneau en CMC sont soumis lors du fonctionnement.

Objet et résumé de l'invention

A cet effet, l'invention propose, selon un premier aspect, un ensemble d'anneau de turbine comprenant une pluralité de secteurs d'anneau en matériau composite à matrice céramique formant un anneau de turbine et une structure de support d'anneau comportant deux brides annulaires, chaque secteur d'anneau ayant une partie formant base annulaire avec une face interne définissant la face interne de l'anneau de turbine et une face externe à partir de laquelle s'étendent au moins deux pattes, les pattes de chaque secteur d'anneau étant maintenues entre les deux brides annulaires de la structure de support d'anneau,

caractérisé en ce que chaque patte des secteurs d'anneau comporte une portion en saillie sur sa face située en regard d'une des deux brides annulaires, cette portion en saillie coopérant avec un logement présent sur la bride annulaire,

et en ce que chaque patte des secteurs d'anneau comporte au moins une ouverture dans laquelle est logée une partie d'un élément de maintien solidaire de la bride annulaire située en regard de ladite patte, un jeu étant présent entre l'ouverture de ladite patte et la partie de l'élément de maintien présente dans ladite ouverture, ledit élément de maintien étant en un matériau ayant un coefficient de dilatation thermique supérieur au coefficient de dilatation thermique du matériau composite à matrice céramique des secteurs d'anneau.

Dans l'ensemble d'anneau selon l'invention, les secteurs d'anneau sont maintenus à froid du fait de la coopération entre les portions en saillie et les logements présents sur les brides annulaires en regard de celles-ci. Le maintien des secteurs d'anneau par cette coopération de reliefs peut ne plus être assuré à chaud en raison de la dilatation des brides annulaires. A chaud, l'effort de maintien est repris par

la dilatation des éléments de maintien, dilatation qui n'entraîne pas de contrainte significative sur les secteurs d'anneau en raison de la présence d'un jeu à froid entre les éléments de maintien et les ouvertures situées sur les pattes du secteur d'anneau.

5 Dans un exemple de réalisation, le logement de la bride annulaire peut présenter au moins une portion inclinée formant, lorsqu'observée en coupe méridienne, un angle non nul par rapport à la direction radiale et à la direction axiale et venant en appui sur la portion en saillie coopérant avec ledit logement.

10 La direction radiale correspond à la direction selon un rayon de l'anneau de turbine (droite reliant le centre de l'anneau de turbine à sa périphérie). La direction axiale correspond à la direction selon l'axe de révolution de l'anneau de turbine ainsi qu'à la direction d'écoulement du flux gazeux dans la veine.

15 La mise en œuvre de telles portions inclinées au niveau des brides annulaires de la structure de support d'anneau participe à compenser les différences de dilatation entre les brides annulaires et les pattes des secteurs d'anneau et donc à réduire les contraintes mécaniques auxquelles les secteurs d'anneau sont soumis lors du fonctionnement.

20 Dans un exemple de réalisation, le logement de la bride annulaire peut présenter au moins une première et une deuxième portions inclinées en appui sur la portion en saillie coopérant avec ledit logement, lesdites première et deuxième portions inclinées pouvant chacune former, lorsqu'observées en coupe méridienne, un angle non nul par rapport à la direction radiale et à la direction axiale.

25 En particulier, la première portion inclinée peut être en appui sur la moitié radialement interne de la portion en saillie et la deuxième portion inclinée peut être en appui sur la moitié radialement externe de la portion en saillie.

30 Dans un exemple de réalisation, ladite au moins une portion inclinée peut former un angle compris entre 30° et 60° avec la direction radiale.

35 Dans un exemple de réalisation, le rapport (diamètre de la partie de l'élément de maintien présente dans ladite ouverture)/(diamètre de ladite ouverture) peut être compris entre $(1+a_{CMC})/(1+a_m)$ et $1,1 \times (1+a_{CMC})/(1+a_m)$ où a_m désigne le coefficient de dilatation thermique

de ladite partie de l'élément de maintien et α_{CMC} désigne le coefficient de dilatation thermique du matériau composite à matrice céramique des secteurs d'anneau, α_m et α_{CMC} étant mesurés à 900°C et exprimés en $10^{-6} \cdot ^\circ C^{-1}$.

5 De telles valeurs pour le rapport entre le diamètre de la partie de l'élément de maintien présente dans ladite ouverture et le diamètre de ladite ouverture permettent d'obtenir un maintien des secteurs d'anneau optimal à chaud du fait du comblement intégral ou sensiblement intégral du jeu présent entre l'ouverture et l'élément de maintien obtenu par
10 dilatation de l'élément de maintien.

Dans un exemple de réalisation, chaque secteur d'anneau peut présenter une forme en Pi en coupe axiale.

La présente invention vise également une turbomachine comprenant un ensemble d'anneau de turbine tel que décrit plus haut.

15

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante d'un exemple particulier de réalisation de l'invention, non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

20 - la figure 1 est une vue en section radiale d'un exemple d'ensemble d'anneau de turbine selon l'invention,
- la figure 2 est un détail de la figure 1, et
- les figures 3 et 4 illustrent schématiquement le montage d'un secteur d'anneau dans la structure de support d'anneau de l'ensemble
25 d'anneau de la figure 1.

Description détaillée de modes de réalisation

La figure 1 montre un ensemble d'anneau de turbine haute pression comprenant un anneau de turbine 1 en matériau composite à
30 matrice céramique (CMC) et une structure métallique de support d'anneau 3. L'anneau de turbine 1 entoure un ensemble de pales rotatives 5. L'anneau de turbine 1 est formé d'une pluralité de secteurs d'anneau 10, la figure 1 étant une vue en coupe radiale selon un plan passant entre deux secteurs d'anneaux consécutifs. Les secteurs d'anneau 10 présentent
35 dans l'exemple illustré une forme en Pi en coupe axiale. La flèche DA

indique la direction axiale par rapport à l'anneau de turbine 1 tandis que la flèche DR indique la direction radiale par rapport à l'anneau de turbine 1.

5 Chaque secteur d'anneau 10 a une section sensiblement en forme de π inversé avec une base annulaire 12 dont la face interne revêtue d'une couche 13 de matériau abrasable définit la veine d'écoulement de flux gazeux dans la turbine. Des pattes amont et aval 14, 16 s'étendent à partir de la face externe de la base annulaire 12 dans la direction radiale DR. Les termes "amont" et "aval" sont utilisés ici en référence au sens d'écoulement du flux gazeux dans la turbine (flèche F).

10 La structure de support d'anneau 3 qui est solidaire d'un carter de turbine 30 comprend une bride radiale amont annulaire 32 et une bride radiale aval annulaire 36. Les pattes 14 et 16 de chaque secteur d'anneau 10 sont maintenues entre les brides 32 et 36. Chacune des brides annulaires 32 et 36 définit un logement 320 et 360. Les logements 320 et 15 360 coopèrent avec une portion en saillie respective 140 et 160 afin d'assurer le maintien à froid des secteurs d'anneau 10 sur la structure de support d'anneau 3. Par « à froid », on entend dans la présente invention, la température à laquelle se trouve l'ensemble d'anneau lorsque la turbine ne fonctionne pas, c'est-à-dire à une température ambiante qui peut être 20 par exemple d'environ 25°C. La portion en saillie 140 est située sur la face 14a de la patte 14 située en regard de la bride 32. La portion en saillie 160 est, quant à elle, située sur la face 16a de la patte 16 située en regard de la bride 36.

25 Les logements 320 et 360 présentent chacun, dans l'exemple illustré, deux portions inclinées. Ainsi, comme illustré à la figure 2, le logement 360 présente une première portion inclinée 360a et une deuxième portion inclinée 360b formant chacune un angle non nul avec les directions radiale DR et axiale DA. Les première et deuxième portions inclinées 360a et 360b viennent en appui sur la portion en saillie 160 30 coopérant avec ledit logement 360. Dans l'exemple illustré, les première 360a et deuxième 360b portions inclinées forment chacune, lorsqu'observées en coupe méridienne, un angle compris entre 30° et 60° avec la direction radiale DR. Sur la figure 2, α_1 désigne l'angle formé entre la première portion inclinée 360a et la direction radiale DR, α_2 désigne 35 l'angle formé entre la première portion inclinée 360a et la direction axiale DA, α_3 désigne l'angle formé entre la deuxième portion inclinée 360b et la

direction radiale DR et α_4 désigne l'angle formé entre la deuxième portion inclinée 360b et la direction axiale DA. La première portion inclinée 360a est en appui sur la moitié radialement interne Mi de la portion en saillie 160 et la deuxième portion inclinée 360b est en appui sur la moitié radialement externe Me de la portion en saillie 160. Le logement 320 situé sur la bride amont 32 présente une structure similaire à celle qui vient d'être décrite pour le logement 360.

Par ailleurs, les secteurs d'anneau 10 sont en outre maintenus par des éléments de maintien, ici sous forme de frettes de blocage 40a et 40b, par exemple sous la forme de pions 40a et 40b. Un premier ensemble de frettes de blocage 40a est engagé à la fois dans la bride radiale amont annulaire 32 et dans les pattes amont 14 des secteurs d'anneau 10. A cet effet, chaque frette 40a traverse respectivement un orifice 35 ménagé dans la bride radiale amont annulaire 32 et un orifice 15 ménagé dans chaque patte amont 14, les orifices 35 et 15 étant alignés lors du montage des secteurs d'anneau 10 sur la structure de support d'anneau 3. De la même manière, un deuxième ensemble de frettes de blocage 40b est engagé à la fois dans la bride radiale aval annulaire 36 et dans les pattes aval 16 des secteurs d'anneau 10. A cet effet, chaque frette 40b traverse respectivement un orifice 37 ménagé dans la bride radiale aval annulaire 36 et un orifice 17 ménagé dans chaque patte aval 16, les orifices 37 et 17 étant alignés lors du montage des secteurs d'anneau 10 sur la structure de support d'anneau 3.

Les frettes de blocage 40a et 40b sont réalisés en un matériau ayant un coefficient de dilatation thermique supérieur au coefficient de dilatation thermique du matériau composite à matrice céramique des secteurs d'anneau 10. Les frettes de blocage 40a et 40b peuvent par exemple être réalisées en matériau métallique, par exemple en alliage AM1 ou en Inconel 718. Un jeu J est présent à froid entre les frettes de blocage 40a, respectivement 40b, et les orifices 15, respectivement 17, des pattes 14, respectivement 16. La dilatation des frettes de blocage 40a et 40b dans les orifices 15 et 17 participe au maintien à chaud des secteurs d'anneau 10 sur la structure de support d'anneau 3 en réduisant, voire en comblant, le jeu J. Par « à chaud », on entend ici les températures auxquelles sont soumises les pattes des secteurs d'anneau lors du fonctionnement de la turbine, ces températures pouvant être

comprises entre 600°C et 900°C. Dans l'exemple illustré, le rapport entre le diamètre d_1 de la partie des frettes 40b présente dans l'orifice 17 et le diamètre d_2 dudit orifice 17 (i.e. d_1/d_2) est compris entre $(1+a_{CMC})/(1+a_m)$ et $1,1 \times (1+a_{CMC})/(1+a_m)$ où a_m désigne le coefficient de dilatation thermique de ladite partie des frettes 40b et a_{CMC} désigne le coefficient de dilatation thermique du matériau composite à matrice céramique des secteurs d'anneau 10. Cette caractéristique peut aussi être vérifiée pour le rapport (diamètre de la partie des frettes 40a présente dans l'orifice 15)/(diamètre dudit orifice 15).

En outre, l'étanchéité inter-secteurs est assurée par des languettes d'étanchéité logées dans des rainures se faisant face dans les bords en regard de deux secteurs d'anneau voisins. Une languette 22a s'étend sur presque toute la longueur de la base annulaire 12 dans la partie médiane de celle-ci. Une autre languette 22b s'étend le long de la patte 14 et sur une partie de la base annulaire 12. Une autre languette 22c s'étend le long de la patte 16. A une extrémité, la languette 22c vient en butée sur la languette 22a et sur la languette 22b. Les languettes 22a, 22b, 22c sont par exemple métalliques et sont montées avec jeu à froid dans leurs logements afin d'assurer la fonction d'étanchéité aux températures rencontrées en fonctionnement.

De façon classique, des orifices de ventilation 33 formés dans la bride 32 permettent d'amener de l'air de refroidissement du côté extérieur de l'anneau de turbine 1.

On va à présent décrire le montage d'un exemple d'ensemble d'anneau de turbine tel que représenté à la figure 1.

Chaque secteur d'anneau 10 décrit ci-avant est réalisé en matériau composite à matrice céramique (CMC) par formation d'une préforme fibreuse ayant une forme voisine de celle du secteur d'anneau et densification de la préforme par une matrice céramique. Pour la réalisation de la préforme fibreuse, on peut utiliser des fils en fibres céramique, par exemple des fils en fibres SiC tels que ceux commercialisés par la société japonaise Nippon Carbon sous la dénomination "Nicalon", ou des fils en fibres de carbone. La préforme fibreuse est avantageusement réalisée par tissage tridimensionnel, ou tissage multicouches avec aménagement de zones de déliaison permettant d'écarter les parties de préformes correspondant aux pattes 14 et 16 des secteurs 10. Le tissage peut être

de type interlock, comme illustré. D'autres armures de tissage tridimensionnel ou multicouches peuvent être utilisées comme par exemple des armures multi-toile ou multi-satin. On pourra se référer au document WO 2006/136755. Après tissage, l'ébauche peut être mise en
5 forme pour obtenir une préforme de secteur d'anneau qui est consolidée et densifiée par une matrice céramique, la densification pouvant être réalisée notamment par infiltration chimique en phase gazeuse (CVI) qui est bien connue en soi. Un exemple détaillé de fabrication de secteurs d'anneau en CMC est notamment décrit dans le document US
10 2012/0027572.

La structure de support d'anneau 3 est quant à elle réalisée en un matériau métallique tel qu'un alliage Waspaloy® ou Inconel 718.

La réalisation de l'ensemble d'anneau de turbine se poursuit par le montage des secteurs d'anneau 10 sur la structure de support d'anneau
15 3. La structure de support d'anneau 3 illustrée comprend au moins une bride, ici la bride radiale aval annulaire 36, qui est élastiquement déformable dans la direction axiale DA de l'anneau. Lors du montage d'un secteur d'anneau 10, la bride radiale aval annulaire 36 est tirée dans la direction DA comme montré sur la figure 3 afin d'augmenter l'écartement
20 entre les brides 32 et 36 et permettre l'insertion du secteur d'anneau 10 entre les brides 32 et 36 sans risque d'endommagement du secteur d'anneau 10. Afin de faciliter l'écartement par traction de la bride radiale aval annulaire 36, celle-ci comporte une pluralité de crochets 39 répartis sur sa face 36b, face qui est opposée à la face 36a de la bride 36 en regard des pattes aval 16 des secteurs d'anneau 10. La traction dans la
25 direction axiale DA exercée sur la bride 36 élastiquement déformable est ici réalisée au moyen d'un outil 50 comprenant au moins un bras 51 dont l'extrémité comporte un crochet 510 qui est engagé dans un crochet 39 présent sur la face externe 36a de la bride 36. Le nombre de crochets 39
30 répartis sur la face 36a de la bride 36 est défini en fonction du nombre de points de traction que l'on souhaite avoir sur la bride 36. Ce nombre dépend principalement du caractère élastique de la bride. D'autres formes et dispositions de moyens permettant d'exercer une traction dans la direction axiale DA sur une des brides de la structure de support d'anneau
35 peuvent bien entendu être envisagées dans le cadre de la présente invention.

Une fois la bride annulaire 36 écartée dans la direction DA, le secteur d'anneau 10 est inséré entre les brides annulaires 32 et 36. Lors de l'insertion du secteur d'anneau 10, la portion en saillie 140 est engagée dans le logement 120 et les orifices 15 et 35 sont alignés. La bride 36 est ensuite relâchée afin d'introduire la portion en saillie 160 dans le logement 360 et aligner les orifices 17 et 37. On obtient alors la structure illustrée à la figure 4 dans laquelle les secteurs d'anneau 10 sont maintenus à froid par coopération des portions en saillie 140 et 160 et des logements 320 et 360. Une frette 40a est alors engagée dans les orifices alignés 35 et 15 ménagés respectivement dans la bride radiale amont annulaire 32 et dans la patte amont 14. De la même manière, une frette 40b est engagée dans les orifices alignés 37 et 17 ménagés respectivement dans la bride radiale aval annulaire 36 et dans la patte aval 16. Les frettes 40a et 40b sont insérées à force dans les brides annulaires 32 et 36 afin d'assurer leur maintien à froid (montage H6P6 par exemple ou autres montages serrés). Chaque patte 14 ou 16 de secteur d'anneau peut comporter un ou plusieurs orifices pour le passage d'une ou plusieurs frettes.

A froid, les secteurs d'anneaux 10 sont maintenus par coopération entre les portions en saillie 140 et 160 et les logements 320 et 360. A chaud, la dilatation des brides annulaires 32 et 36 peut ne plus permettre d'assurer le maintien des secteurs d'anneau 10 au niveau des logements 320 et 360. Le maintien à chaud des secteurs d'anneau 10 est alors assuré par la dilatation des frettes 40a et 40b dans les orifices 15 et 17 qui réduit ou annule le jeu J.

L'expression « compris(e) entre ... et ... » doit se comprendre comme incluant les bornes.

REVENDICATIONS

1. Ensemble d'anneau de turbine comprenant une pluralité de secteurs d'anneau (10) en matériau composite à matrice céramique formant un anneau de turbine (1) et une structure de support d'anneau (3) comportant deux brides annulaires (32 ; 36), chaque secteur d'anneau (10) ayant une partie formant base annulaire (12) avec une face interne définissant la face interne de l'anneau de turbine et une face externe à partir de laquelle s'étendent au moins deux pattes (14 ; 16), les pattes (14 ; 16) de chaque secteur d'anneau (10) étant maintenues entre les deux brides annulaires (32 ; 36) de la structure de support d'anneau (3),

5 caractérisé en ce que chaque patte (14 ; 16) des secteurs d'anneau (10) comporte une portion en saillie (140 ; 160) sur sa face (14a ; 16a) située en regard d'une des deux brides annulaires (32 ; 36),

10 cette portion en saillie (140 ; 160) coopérant avec un logement (320 ; 360) présent sur la bride annulaire (32 ; 36),

15 et en ce que chaque patte (14 ; 16) des secteurs d'anneau (10) comporte au moins une ouverture (15 ; 17) dans laquelle est logée une partie d'un élément de maintien (40a ; 40b) solidaire de la bride annulaire (32 ; 36) située en regard de ladite patte (14 ; 16), un jeu (J) étant

20 présent entre l'ouverture (15 ; 17) de ladite patte (14 ; 16) et la partie de l'élément de maintien (40a ; 40b) présente dans ladite ouverture (15 ; 17), ledit élément de maintien (40a ; 40b) étant en un matériau ayant un coefficient de dilatation thermique supérieur au coefficient de dilatation thermique du matériau composite à matrice céramique des secteurs

25 d'anneau (10).

2. Ensemble selon la revendication 1, le logement (320 ; 360) de la bride annulaire (32 ; 36) présentant au moins une portion inclinée (360a ; 360b) formant, lorsqu'observée en coupe méridienne, un angle non nul (α_1 ; α_2 ; α_3 ; α_4) par rapport à la direction radiale (DR) et à la direction axiale (DA) et venant en appui sur la portion en saillie (140 ; 160) coopérant avec ledit logement (320 ; 360).

30

3. Ensemble selon la revendication 2, le logement (320 ; 360) de la bride annulaire (32 ; 36) présentant au moins une première (360a) et

35

une deuxième (360b) portions inclinées en appui sur la portion en saillie (140 ; 160) coopérant avec ledit logement (320 ; 360), lesdites première (360a) et deuxième (360b) portions inclinées formant chacune, lorsqu'observées en coupe méridienne, un angle non nul ($\alpha_1 ; \alpha_2 ; \alpha_3 ; \alpha_4$) par rapport à la direction radiale (DR) et à la direction axiale (DA).

4. Ensemble selon la revendication 3, dans lequel la première portion inclinée (360a) est en appui sur la moitié radialement interne (Mi) de la portion en saillie (140 ; 160) et dans lequel la deuxième portion inclinée (360b) est en appui sur la moitié radialement externe (Me) de la portion en saillie (140 ; 160).

5. Ensemble selon la revendication 2 à 4, ladite au moins une portion inclinée (360a ; 360b) formant un angle ($\alpha_1 ; \alpha_3$) compris entre 30° et 60° avec la direction radiale (DR).

6. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, le rapport [diamètre (d_1) de la partie de l'élément de maintien (40a ; 40b) présente dans ladite ouverture (15 ; 17)]/[diamètre (d_2) de ladite ouverture (15 ; 17)] étant compris entre $(1+\alpha_{CMC})/(1+\alpha_m)$ et $1,1 \times (1+\alpha_{CMC})/(1+\alpha_m)$ où α_m désigne le coefficient de dilatation thermique de ladite partie de l'élément de maintien et α_{CMC} désigne le coefficient de dilatation thermique du matériau composite à matrice céramique des secteurs d'anneau, α_m et α_{CMC} étant mesurés à 900°C et exprimés en $10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

7. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, chaque secteur d'anneau (10) présentant une forme en Pi en coupe axiale.

8. Turbomachine comprenant un ensemble d'anneau de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

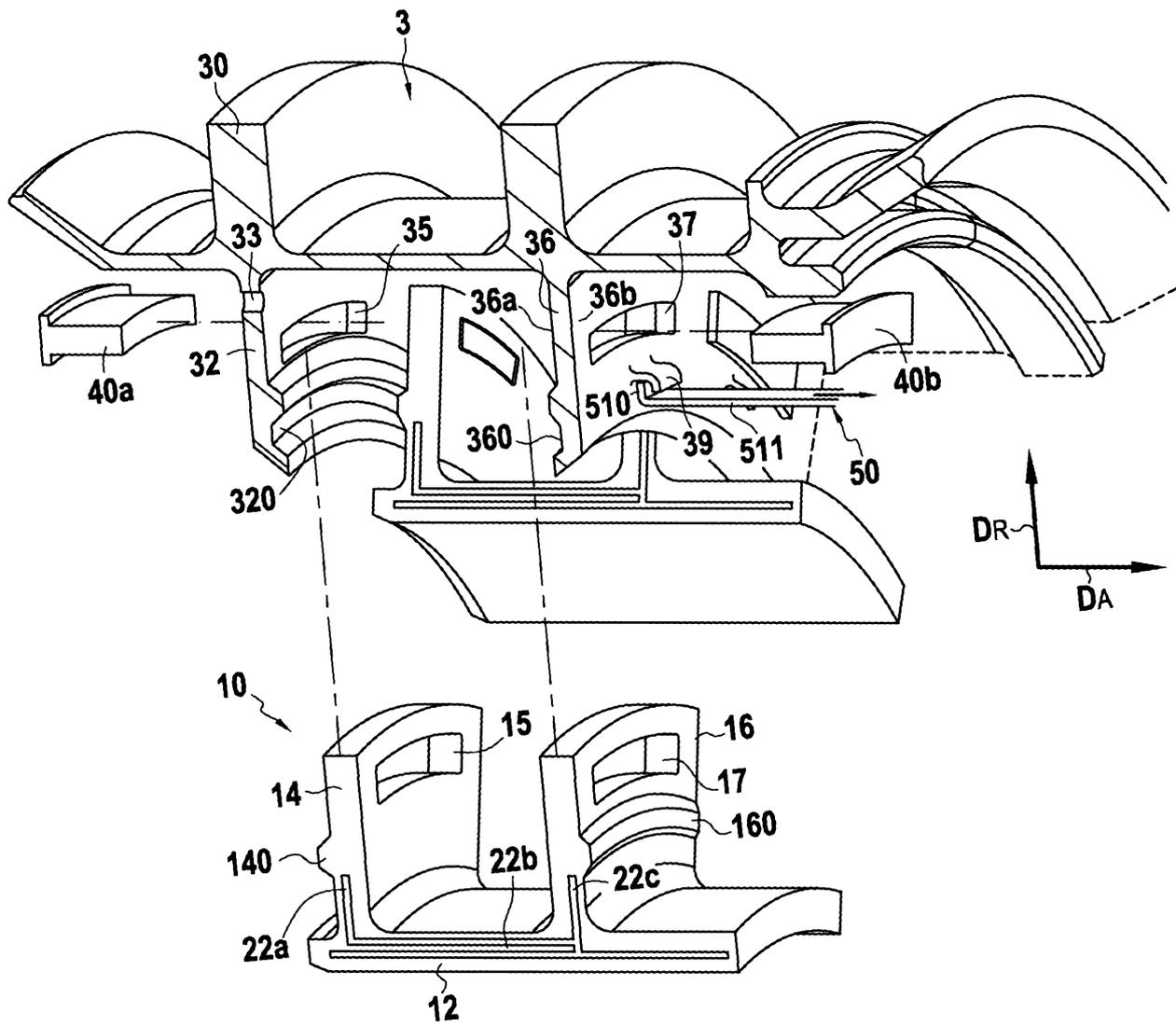


FIG.3

3/3

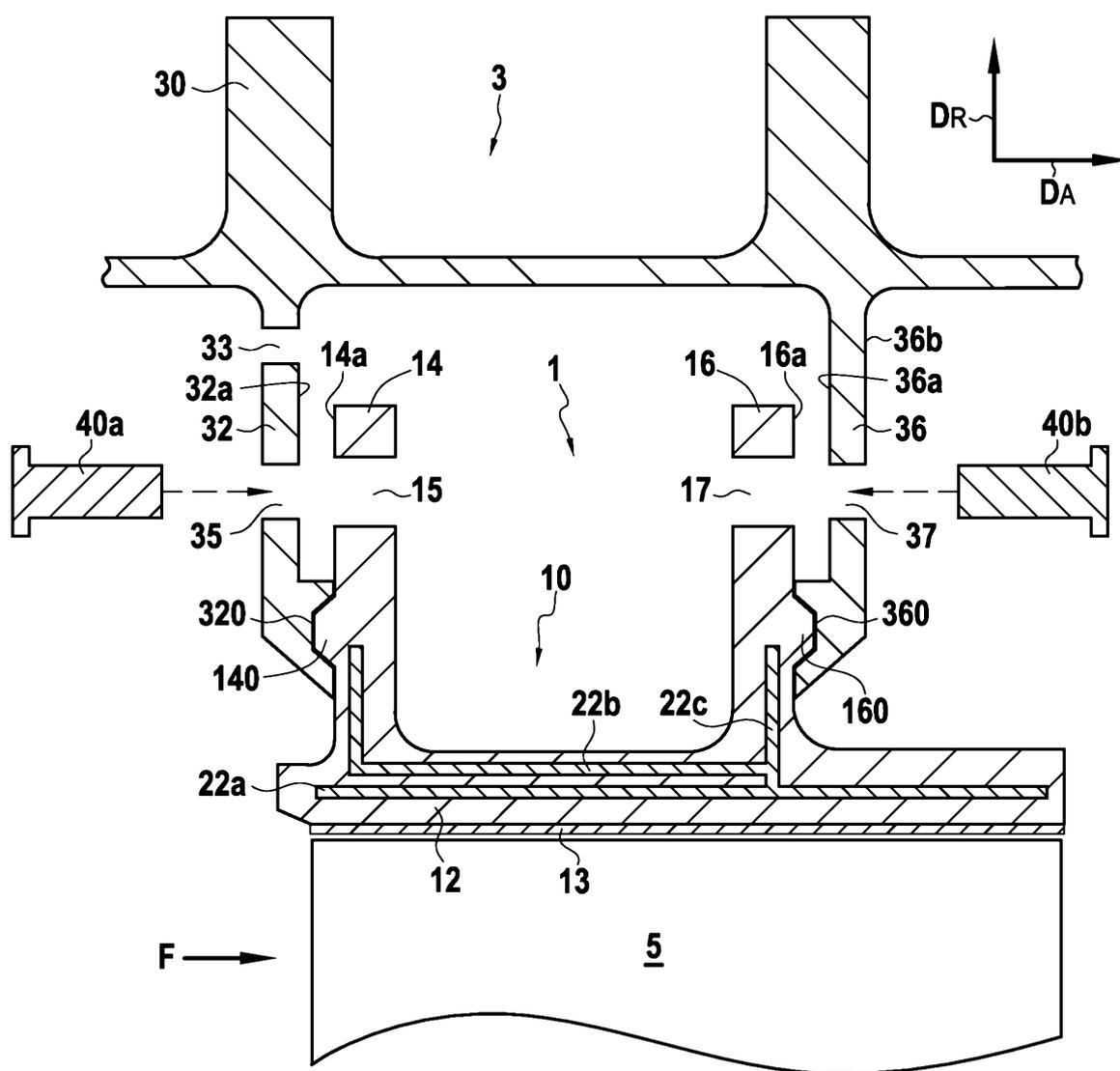


FIG. 4

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

WO 2015/191186 A1 (GEN ELECTRIC [US])
17 décembre 2015 (2015-12-17)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT