

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.10.15.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.04.17 Bulletin 17/14.

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) : HERAKLES Société anonyme — FR
et SNECMA Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : TESSON THIERRY, GUILBAUD
FREDDY, ROUSSILLE CLEMENT et QUENNEHEN
LUCIEN.

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

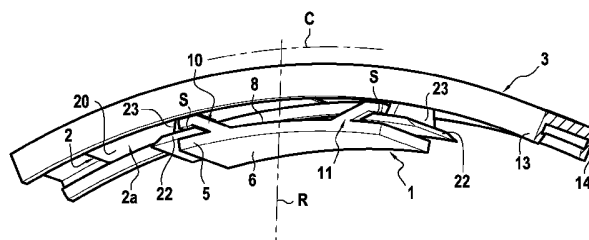
74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 ENSEMBLE D'ANNEAU DE TURBINE.

57 La présente invention concerne un ensemble d'an-
neau de turbine comprenant une pluralité de secteurs d'an-
neau (1) en matériau composite à matrice céramique
formant un anneau de turbine, une structure de support
d'anneau (2) ainsi qu'un carter (3) en matériau métallique, la
structure de support d'anneau (2) étant formée d'un maté-
riau composite à matrice céramique différent de celui consti-
tuant les secteurs d'anneau (1), chaque secteur d'anneau
(1) ayant une partie formant base annulaire (5) avec une
face interne (6) définissant la face interne de l'anneau de
turbine et une face externe (8) située du côté opposé à la
face interne (6), chacun des secteurs d'anneau (1) étant
maintenu par la structure de support d'anneau (2) laquelle
est reliée au carter (3), l'ensemble d'anneau de turbine étant
tel que la condition suivante est vérifiée:

$0,25 \cdot E_1 \cdot (C_3 - C_1) \leq E_2 \cdot (C_3 - C_2) \leq 0,75 \cdot E_1 \cdot (C_3 - C_1)$ dans la
formule ci-dessus: E_1 désigne le module d'Young du maté-
riau formant les secteurs d'anneau (1), E_2 désigne le mo-
dule d'Young du matériau formant la structure de support
d'anneau (2), C_1 désigne le coefficient de dilatation ther-
mique du matériau formant les secteurs d'anneau (1), C_2
désigne le coefficient de dilatation thermique du matériau
formant la structure de support d'anneau (2) et C_3 désigne
le coefficient de dilatation thermique du matériau formant le

carter (3).



Arrière-plan de l'invention

5 L'invention concerne un ensemble d'anneau de turbine comprenant une pluralité de secteurs d'anneau en matériau composite à matrice céramique ainsi qu'une structure de support d'anneau.

10 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 aux flux les plus 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.

15 Afin de tenter de résoudre ces problèmes, il a été envisagé de réaliser des secteurs d'anneau de turbine en matériau composite à matrice céramique (CMC) afin de s'affranchir de la mise en œuvre d'un matériau métallique.

20 Les matériaux CMC présentent de bonnes propriétés mécaniques les rendant aptes à constituer des éléments de structures et conservent avantageusement ces propriétés à températures élevées. La mise en œuvre de matériaux CMC a avantageusement permis de réduire le flux de refroidissement à imposer lors du fonctionnement et donc à augmenter la performance des turbomachines. En outre, la mise en œuvre de matériaux CMC permet avantageusement de diminuer la masse des turbomachines et de réduire l'effet de dilatation à chaud rencontré avec les pièces métalliques.

30 Toutefois, les solutions existantes proposées peuvent mettre en œuvre un assemblage d'un secteur d'anneau en CMC avec des parties d'accrochage métalliques d'une structure de support d'anneau, ces parties d'accrochage étant soumises au flux chaud. Par conséquent, ces parties d'accrochage métalliques subissent des dilatations à chaud, ce qui peut conduire à une mise sous contrainte mécanique des secteurs d'anneau en CMC et à une fragilisation de ces derniers.

35

Il existe un besoin pour améliorer les ensembles d'anneau de turbine existants mettant en œuvre un matériau CMC afin de réduire 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, une structure de support d'anneau ainsi qu'un carter en matériau métallique, la structure de support d'anneau étant formée d'un matériau composite à matrice céramique différent de celui constituant les secteurs d'anneau, 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 située du côté opposé à la face interne, chacun des secteurs d'anneau étant maintenu par la structure de support d'anneau laquelle est reliée au carter, l'ensemble d'anneau de turbine étant tel que la condition suivante est vérifiée :

$$0,25 \cdot E_1 \cdot (C_3 - C_1) \leq E_2 \cdot (C_3 - C_2) \leq 0,75 \cdot E_1 \cdot (C_3 - C_1) \text{ (formule A)}$$

dans la formule ci-dessus : E_1 désigne le module d'Young du matériau formant les secteurs d'anneau, E_2 désigne le module d'Young du matériau formant la structure de support d'anneau, C_1 désigne le coefficient de dilatation thermique du matériau formant les secteurs d'anneau, C_2 désigne le coefficient de dilatation thermique du matériau formant la structure de support d'anneau et C_3 désigne le coefficient de dilatation thermique du matériau formant le carter.

Dans la formule ci-dessus, les modules d'Young sont mesurés à 800°C et sont exprimés en GPa et les coefficients de dilatation thermique sont mesurés à 800°C et sont exprimés en °C⁻¹.

La présente invention permet avantageusement de disposer d'un ensemble d'anneau de turbine comprenant une pluralité de secteurs d'anneau en matériau composite à matrice céramique dans lequel les secteurs d'anneau sont soumis lors du fonctionnement à des contraintes mécaniques d'intensité réduite. En effet, le fait de vérifier l'inégalité ci-dessus permet avantageusement de répartir efficacement la contrainte

appliquée lors de la dilatation à chaud du carter métallique entre la structure de support d'anneau, d'une part, et les secteurs d'anneau, d'autre part. En outre, le fait de mettre en œuvre une structure de support d'anneau en CMC est avantageux afin de réduire le refroidissement nécessaire pour l'ensemble d'anneau de turbine tout en permettant, du fait de la vérification de la formule A ci-dessus, de limiter les contraintes mécaniques appliquées sur les secteurs d'anneau lors du fonctionnement.

Dans toute la suite, 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. La direction circonférentielle correspond, quant à elle, à la direction le long de la circonférence de l'anneau de turbine.

Dans un exemple de réalisation, la structure de support d'anneau peut être sectorisée. En variante, la structure de support d'anneau peut être en une seule pièce.

Dans un exemple de réalisation, la structure de support d'anneau peut être formée d'un matériau composite à matrice céramique plus souple que le matériau composite à matrice céramique constituant les secteurs d'anneau. En d'autres termes, l'inégalité suivante peut en outre être vérifiée : $E_2 < E_1$.

Dans un exemple de réalisation, les secteurs d'anneau peuvent comporter des pattes d'accrochage s'étendant depuis leur face externe et la structure de support d'anneau peut définir des surfaces support sur lesquelles les pattes d'accrochage des secteurs d'anneau sont en appui.

Ainsi, dans un exemple de réalisation, la structure de support d'anneau comprend au moins une portion d'accrochage reliée au carter ainsi que des portions support, ces portions support définissant les surfaces support et étant décalées le long de la direction circonférentielle de l'anneau de turbine, chacun des secteurs d'anneau étant en appui sur deux portions support adjacentes.

En variante, la structure de support d'anneau peut comprendre au moins une portion d'accrochage reliée au carter ainsi qu'au moins une portion support définissant les surfaces support, chacun des secteurs d'anneau étant en appui sur une seule portion support.

Dans un exemple de réalisation, le carter peut comprendre au moins deux brides annulaires et la structure de support d'anneau peut comprendre au moins une portion d'accrochage en appui sur les brides annulaires du carter

5 Dans un exemple de réalisation, la structure de support d'anneau peut comprendre au moins une portion d'accrochage reliée au carter par engagement d'une pluralité d'éléments rapportés dans le carter et dans la portion d'accrochage. Dans ce cas, la portion d'accrochage de la structure de support d'anneau peut être maintenue au carter par exemple
10 par pionnage.

 D'une manière générale, quel que soit le mode de réalisation considéré, le carter peut comprendre au moins deux brides annulaires entre lesquelles la structure de support d'anneau est maintenue. De préférence, au moins une des brides du carter est élastiquement
15 déformable. En particulier, les deux brides du carter sont élastiquement déformables ou une seule des deux brides du carter est élastiquement déformable. Une contrainte axiale peut être appliquée par les brides annulaires du carter sur la structure de support d'anneau à froid (i.e. à une température de 20°C).

20 Dans un exemple de réalisation, les secteurs d'anneau peuvent être sensiblement en forme de π , lorsqu'observés en section perpendiculairement à la direction axiale de l'anneau de turbine. En variante, les secteurs d'anneau peuvent être sensiblement en forme de π , lorsqu'observés en section perpendiculairement à la direction
25 circonférentielle de l'anneau de turbine.

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

 L'ensemble d'anneau de turbine peut faire partie d'une turbine à gaz d'un moteur aéronautique ou peut, en variante, faire partie d'une
30 turbine industrielle.

Brève description des dessins

 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation de
35 l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue partielle en perspective d'un premier exemple d'ensemble d'anneau de turbine selon l'invention,
- la figure 2 représente une section perpendiculairement à la direction axiale de l'anneau de turbine d'un secteur d'anneau mis en œuvre dans l'ensemble de la figure 1,
- la figure 3 est une vue en coupe de l'ensemble d'anneau de turbine de la figure 1,
- la figure 4 représente une variante d'ensemble d'anneau de turbine selon l'invention, et
- la figure 4A représente une section perpendiculairement à la direction circonférentielle de l'anneau de turbine de la figure 4.

Description détaillée de modes de réalisation

Dans la suite, les termes « amont » et « aval » sont utilisés ici en référence au sens d'écoulement du flux gazeux dans la turbine.

La figure 1 illustre un premier mode de réalisation d'un ensemble d'anneau de turbine selon l'invention. Cet ensemble d'anneau de turbine comprend une pluralité de secteurs d'anneau de turbine 1 en matériau composite à matrice céramique (un seul secteur d'anneau étant représenté à la figure 1), une structure de support d'anneau 2 ainsi qu'un carter 3 en matériau métallique. Chacun des secteurs d'anneau 1 est maintenu par la structure de support d'anneau 2 laquelle est reliée au carter 3. L'ensemble de secteurs d'anneau 1 ainsi monté sur le carter 3 forme un anneau de turbine qui entoure un ensemble de pales rotatives (non représentées). Les matériaux constituant les secteurs d'anneau 1, la structure de support d'anneau 2 ainsi que le carter 3 sont choisis de manière à vérifier la formule A explicitée plus haut. Ainsi, le carter 3 peut par exemple être formé d'Inconel® 718 (module d'Young à 800°C = 154 GPa et coefficient de dilatation thermique à 800°C = $1,62 \cdot 10^{-5}$ /°C). La structure de support d'anneau 2 peut par exemple être constituée d'un matériau choisi parmi : le matériau composite Cerasep® A40C lequel est constitué d'une matrice comprenant du carbure de silicium et de fibres en carbure de silicium (module d'Young à 800°C = 160 GPa et coefficient de dilatation thermique à 800°C = $0,34 \cdot 10^{-5}$ /°C), le matériau composite SEPCARBINOX® A500 lequel est constitué d'une matrice comprenant du carbure de silicium et de fibres en carbone (module d'Young à 800°C = 80

GPa et coefficient de dilatation thermique à $800^{\circ}\text{C} = 0,2 \cdot 10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$) ou un matériau composite comprenant des fibres d'alumine dans une matrice d'alumine (module d'Young à $800^{\circ}\text{C} = 137 \text{ GPa}$ et coefficient de dilatation thermique à $800^{\circ}\text{C} = 0,63 \cdot 10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$). Les secteurs d'anneau 1 peuvent, quant à eux, être constitués d'un matériau composite fabriqué par une procédé d'infiltration à l'état fondu comprenant une matrice de carbure de silicium ainsi que des fibres en carbure de silicium (module d'Young à $800^{\circ}\text{C} = 250 \text{ GPa}$ et coefficient de dilatation thermique à $800^{\circ}\text{C} = 0,38 \cdot 10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$). En outre, la condition suivante peut ou non être vérifiée : $C_1 < C_2 < C_3$ (structure de support d'anneau présente un coefficient de dilatation thermique intermédiaire entre le coefficient de dilatation thermique des secteurs d'anneau et celui du carter).

Les secteurs d'anneau 1 sont en une seule pièce et réalisés en CMC. La mise en œuvre d'un matériau CMC pour réaliser les secteurs d'anneau 1 est avantageuse afin de réduire les besoins en ventilation de l'anneau. Les secteurs d'anneau 1 ont une base annulaire 5 dont la face interne 6 revêtue d'une couche de matériau abradable (non représentée) définit la veine d'écoulement du flux gazeux dans la turbine. La base annulaire 5 présente, en outre, une face externe 8 située du côté opposé à la face interne 6. Des pattes d'accrochage 10 et 11 s'étendent depuis la face externe 8 des secteurs d'anneau 1 et sont en appui radial sur des surfaces support S de la structure de support d'anneau 2. Les pattes d'accrochage 10 et 11 s'étendent chacune entre une extrémité proximale 10a ou 11a située du côté de la base annulaire 5 et une extrémité distale 10b ou 11b (voir figure 2). Les pattes d'accrochage 10 et 11 des secteurs d'anneau 1 sont dans l'exemple illustré en appui plan sur les surfaces support S de la structure support d'anneau 2 mais on ne sort pas du cadre de l'invention lorsque ce n'est pas le cas. Les pattes d'accrochage 10 et 11 des secteurs d'anneau 1 s'étendent dans l'exemple illustré le long de la direction circonférentielle C de l'anneau de turbine. De même, la base annulaire 5 des secteurs d'anneau 1 s'étend dans l'exemple de la figure 1 le long de la direction circonférentielle C de l'anneau de turbine. Lorsqu'observés en section perpendiculairement à la direction axiale de l'anneau de turbine, les secteurs d'anneau 1 ont sensiblement une forme en π avec évasement des pattes d'accrochage 10 et 11. Comme illustré notamment sur la figure 2, l'angle formé entre les pattes d'accrochage 10

et 11 et la direction circonférentielle C diminue lorsque l'on se déplace vers l'extrémité distale 10b ou 11b des pattes d'accrochage 10 ou 11 et lorsque l'on observe les secteurs d'anneau 1 en section perpendiculairement à la direction axiale de l'anneau de turbine.

5 La structure de support d'anneau 2 est dans l'exemple illustré formée d'un matériau composite à matrice céramique plus souple que celui constituant les secteurs d'anneau 1. La structure de support d'anneau 2 est dans l'exemple illustré sectorisée en étant formée d'une pluralité de secteurs 2a de support d'anneau mais on ne sort pas du cadre de l'invention lorsque la structure de support d'anneau 2 est formée d'une
10 seule pièce s'étendant le long de l'intégralité de la circonférence de l'anneau de turbine. Les secteurs de support d'anneau 2a sont au contact les uns avec les autres. Chacun des secteurs 2a de support d'anneau comprend une portion d'accrochage 20 reliée au carter 3 ainsi qu'une
15 portion support 22, dans l'exemple illustré sous la forme d'une plateforme, définissant une surface support S sur laquelle une patte d'accrochage d'un secteur d'anneau 1 est en appui radial. Chacune des portions support 22 est reliée à la portion d'accrochage 20 par une patte 23 s'étendant le long de la direction radiale R de l'anneau de turbine. Ainsi, dans l'exemple
20 illustré, la structure de support d'anneau 2 comprend une pluralité de portions d'accrochage 20 reliées au carter 3 ainsi qu'une pluralité de portions support 22 définissant les surfaces support S sur lesquelles les pattes 10 et 11 des secteurs d'anneau 1 sont en appui. Chacune des portions support 22 est située entre une patte d'accrochage 10 ou 11 et la base annulaire 5 d'un secteur d'anneau 1. Les portions support 22 sont
25 décalées le long de la direction circonférentielle C de l'anneau de turbine. Chacun des secteurs d'anneau 1 est en appui radial sur deux portions support 22 adjacentes (i.e. consécutives lorsque l'on se déplace le long de la direction circonférentielle C de l'anneau de turbine), comme illustré à la
30 figure 1. Chacun des secteurs d'anneau 1 est présent entre deux portions support 22 adjacentes. Dans l'exemple illustré, chacun des secteurs d'anneau 1 présente une première patte d'accrochage 10 en appui sur une première portion support et une deuxième patte d'accrochage 11, différente de la première patte 10, en appui sur une deuxième portion
35 support différente de la première et adjacente à la première portion

support. L'étanchéité inter-secteurs est assurée par les portions support 22.

5 Le carter 3 comprend deux brides radiales annulaires 13 et 14 entre lesquelles la ou les portions d'accrochage 20 sont maintenues. Les brides radiales annulaires 13 et 14 sont en matériau métallique et s'étendent radialement vers une veine d'écoulement du flux gazeux. Pour des raisons de lisibilité, la bride annulaire amont 13 a été tronquée dans son extension radiale sur les figures 1 et 3. La bride amont 13 s'étend en effet au-delà de ce qui a été représenté vers l'intérieur de l'anneau de turbine jusqu'à la base annulaire 5 des secteurs d'anneau afin d'assurer une étanchéité axiale côté amont. L'étanchéité axiale côté aval est quant à elle assurée par un joint d'étanchéité disposé côté aval (non représenté). Dans l'exemple illustré, la bride aval 14 au moins est élastiquement déformable dans la direction axiale A de l'anneau. Les brides annulaires 13 et 14 peuvent présenter une pluralité d'ajours constituant des orifices de ventilation des secteurs d'anneau 1 et de la structure de support d'anneau 2.

20 Les portions d'accrochage 20 de la structure de support d'anneau 2 sont, comme illustré sur la figure 3, en appui radial sur les brides annulaires 13 et 14 du carter. Les brides annulaires 13 et 14 définissent en effet chacune un épaulement 13a et 14a sur lequel les portions d'accrochage 20 de la structure de support d'anneau sont en appui. Les portions support 22 sont plus proches de la veine d'écoulement du flux gazeux que les portions d'accrochage 20. Cela permet avantagement d'effectuer l'accrochage de la structure de support d'anneau au carter dans une zone relativement « froide » et donc de limiter encore les problèmes liés à la dilatation différentielle entre carter métallique et structure de support d'anneau.

30 Chaque secteur d'anneau 1 décrit ci-avant est réalisé en CMC par formation d'une préforme fibreuse ayant une forme voisine de celle du secteur d'anneau et densification du secteur d'anneau 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 avantagement réalisée par tissage tridimensionnel, ou

tissage multicouches. Le tissage peut être de type interlock. D'autres armures de tissage tridimensionnel ou multicouches peuvent être utilisées comme par exemple des armures multi-toile ou multi-satin. On pourra pour cela se référer au document WO 2006/136755. Après tissage, l'ébauche peut être mise en forme pour obtenir une préforme de secteur d'anneau qui est ensuite 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 2012/0027572.

La préforme fibreuse destinée à former le secteur d'anneau peut être réalisée par tissage tridimensionnel, ou tissage multicouches avec aménagement de zones de déliaison permettant d'écarter les parties de préformes correspondant aux pattes d'accrochage de la partie de préforme correspondant à la base annulaire. En variante, les parties de préformes correspondant aux pattes peuvent être réalisées par tissage de couches de fils traversant la partie de préforme correspondant à la base annulaire.

Dans l'exemple de l'ensemble d'anneau de turbine illustré à la figure 1, le maintien des secteurs d'anneau 1 au carter métallique 3 est assuré, d'une part, par appui des pattes d'accrochage 10 et 11 sur les portions support 22 et d'autre part par appui des portions d'accrochage 20 sur les brides annulaires 13 et 14 du carter. Il n'y a pas dans cet exemple de réalisation de présence d'un élément rapporté tel qu'un pion au travers des portions d'accrochage 20 ou des pattes d'accrochage 10 et 11 afin d'assurer le maintien des secteurs d'anneau au carter métallique.

Une manière de réaliser le montage des secteurs d'anneau 1 au carter métallique 3 afin d'obtenir l'ensemble d'anneau de turbine illustré à la figure 1 va à présent être décrite. On monte dans un premier temps les secteurs 2a de support d'anneau sur le carter métallique 3. Afin de monter un secteur 2a de support d'anneau sur le carter 3, la bride annulaire aval 14 est écartée dans la direction axiale et la portion d'accrochage 20 du secteur 2a est insérée entre les brides 13 et 14 afin d'être placée en appui sur l'épaule 13a défini par la bride amont 13. La bride annulaire 14 est alors relâchée afin que la portion d'accrochage 20 du secteur 2a vienne en appui sur l'épaule 14a défini par cette bride 14. Afin de

pouvoir être facilement écartée, la bride 14 peut par exemple être munie d'un ou plusieurs crochets sur sa face externe (située du côté opposé à la bride 13), un outil étant inséré au niveau du ou des crochets afin d'exercer une traction axiale permettant l'écartement de la bride 14. Bien entendu, on ne sort pas du cadre de l'invention lorsque l'on écarte axialement la bride annulaire amont 13 afin de monter les secteurs 2a de support d'anneau sur le carter 3. Une fois les secteurs 2a de support d'anneau montés, les secteurs d'anneau 1 sont alors reliés à la structure de support d'anneau 2. Pour monter un secteur d'anneau 1 donné, ce dernier est approché axialement du côté de la bride aval 14 de manière à ce que ses pattes 10 et 11 viennent se placer en appui sur les portions support 22. Une fois les secteurs d'anneau 1 montés en appui sur les portions support 22, un joint d'étanchéité est positionné du côté aval afin d'assurer l'étanchéité côté aval.

On a représenté à la figure 4 une variante de réalisation d'un ensemble d'anneau de turbine selon l'invention. Dans cet exemple de réalisation, la structure de support d'anneau 2' peut être sectorisée ou non. Dans le cas où la structure de support d'anneau 2' est sectorisée, celle-ci comprend une pluralité de portions d'accrochage 20' chacune reliée au carter 3'. A la différence de l'exemple de réalisation de la figure 1, les portions d'accrochage 20' sont reliées au carter 3' par engagement d'une pluralité d'éléments rapportés 30 dans les brides radiales annulaires 13' et 14' du carter 3' et dans les portions d'accrochage 20'. Chacun des éléments rapportés 30 traverse l'une des brides annulaires 13' ou 14' et pénètre dans une portion d'accrochage 20'. Ainsi, dans la variante illustrée à la figure 4, la ou les portions d'accrochage 20' de la structure de support d'anneau 2' sont maintenues au carter 3' par des pions de blocage 30. Des pions 30 sont engagés à la fois dans la bride radiale amont annulaire 13' du carter 3' et dans la ou les portions d'accrochage 20'. A cet effet, chaque pion 30 traverse un orifice ménagé dans la bride radiale amont annulaire 13' et pénètre dans un orifice ménagé dans une portion d'accrochage 20', les orifices de la bride 13' et de la ou les portions d'accrochage 20' étant alignés lors du montage de la structure de support d'anneau 2' sur le carter 3'. De même, des pions sont engagés à la fois dans la bride radiale aval annulaire 14' du carter 3' et dans la ou les portions d'accrochage 20'. A cet effet, chaque pion traverse un orifice

ménagé dans la bride radiale aval annulaire 14' et pénètre dans un orifice ménagé dans une portion d'accrochage 20', les orifices de la bride 14' et de la ou les portions d'accrochage 20' étant alignés lors du montage de la structure de support d'anneau 2' sur le carter 3'. Les pions permettent de bloquer en rotation la structure de support d'anneau 2'. Les brides annulaires 13' et 14' du carter 3' enserrant axialement les pattes d'accrochage 10' et 11' des secteurs d'anneau 1'. Ainsi, comme illustré à la figure 4, les pattes d'accrochage 10' et 11' des secteurs d'anneau 1' sont maintenues entre les brides annulaires 13' et 14' au niveau de pattes de maintien 13'a et 14'a du carter 3'. Les pattes de maintien 13'a et 14'a font partie des brides annulaires 13' et 14' et s'étendent axialement. Les pattes d'accrochage 10' et 11' sont logées entre les brides annulaires 13' et 14'. Les pattes d'accrochage s'étendent depuis la face externe 8' de la base annulaire 5'. La structure de support d'anneau 2' est formée d'un matériau composite à matrice céramique, par exemple d'un matériau composite à matrice céramique plus souple que celui constituant les secteurs d'anneau 1'. Le fait d'utiliser un CMC pour la portion d'accrochage 20' est avantageux afin de limiter la température au niveau des pions de blocage 30 et ainsi limiter les contraintes imposées à la structure de support d'anneau durant le fonctionnement. Dans l'exemple illustré à la figure 4, chacun des secteurs d'anneau 1' est en appui radial sur une seule portion support 22'. La portion support 22' est reliée à la portion d'accrochage 20' par une patte 23' s'étendant le long de la direction radiale R de l'anneau de turbine. Plus précisément, les pattes d'accrochage 10' et 11' de chacun des secteurs d'anneau 1' sont en appui radial sur une seule portion support 22'. Lorsque les secteurs d'anneau 1' sont observés en section perpendiculairement à la direction circonférentielle C de l'anneau de turbine, l'angle formé entre les pattes d'accrochage 10' et 11' et la direction axiale A diminue lorsque l'on se déplace vers l'extrémité distale 10'b ou 11'b des pattes d'accrochage 10' ou 11'. Les pattes d'accrochage 10' et 11' des secteurs d'anneau 1' sont dans l'exemple illustré en appui plan sur les surfaces support S' de la structure support d'anneau 2' mais on ne sort pas du cadre de l'invention lorsque ce n'est pas le cas. Lorsqu'observés en section perpendiculairement à la direction circonférentielle C de l'anneau de turbine, les secteurs d'anneau 1' ont sensiblement une forme en π avec repliement de la partie distale des

5 pattes d'accrochage. Chacune des portions support 22' est située entre les
pattes d'accrochage 10' et 11' et la base annulaire 5' d'un secteur
d'anneau 1'. L'étanchéité inter-secteurs est assurée par des languettes
d'étanchéité (non représentées) logées dans des rainures se faisant face
10 dans les bords en regard de deux secteurs d'anneau voisin. Les brides 13'
et 14' comportent par ailleurs comme illustré des orifices de ventilation 50
au travers desquels de l'air de refroidissement peut s'écouler (flèches F_1
aux figures 4 et 4A) afin de refroidir la structure 2' de support d'anneau.
Comme illustré, il existe un volume libre 52 entre la structure 2' de
support d'anneau et le carter métallique 3' dans lequel l'air de
refroidissement peut s'écouler. Aussi, la structure 2' de support d'anneau
présente au moins un ajour traversant 51 situé en regard d'orifices de
ventilation 50 dans lequel l'air de refroidissement peut circuler.

15 L'une des brides 13' et 14', par exemple la bride aval 14', est
élastiquement déformable dans la direction axiale A de l'anneau. Une
manière de réaliser le montage des secteurs d'anneau 1' au carter 3' afin
d'obtenir l'ensemble illustré à la figure 4 va à présent être détaillée. On
monte dans un premier temps un secteur d'anneau 1' à un secteur de la
20 structure 2' de support d'anneau par encastrement afin que les pattes 10'
et 11' du secteur d'anneau 1' viennent en appui sur la portion support 22'.
L'ensemble constitué du secteur d'anneau 1' relié au secteur de la
structure 2' de support d'anneau est ensuite relié au carter 3'. Pour cela,
la bride annulaire aval 14' est écartée dans la direction axiale et la portion
d'accrochage 20' est insérée entre les brides 13' et 14' de manière à
25 aligner les orifices présents sur la bride 13', avec les orifices présents sur
la portion d'accrochage 20'. La bride 14' est alors relâchée et des pions 30
sont engagés dans les orifices alignés ménagés dans les brides et dans la
portion d'accrochage 20' afin de fixer cette dernière. En variante, des
pions 30 peuvent être engagés dans les orifices de la bride 13' et dans les
30 orifices de la portion d'accrochage 20' alignés avec les orifices de la bride
13' puis la bride 14' peut être relâchée puis des pions peuvent être
engagés dans les orifices de la bride 14' et dans les orifices de la portion
d'accrochage 20' alignés avec ces orifices de la bride 14'. Afin de pouvoir
être facilement écartée, la bride 14' peut par exemple, comme expliqué
35 plus haut, être munie d'un ou plusieurs crochets sur sa face externe.

L'ensemble des secteurs d'anneau 1' peut ainsi être monté secteur par secteur comme décrit plus haut.

- 5 L'expression « compris(e) entre ... et ... » ou « allant de ... à ... » doit se comprendre comme incluant les bornes.

REVENDEICATIONS

1. Ensemble d'anneau de turbine comprenant une pluralité de secteurs d'anneau (1 ; 1') en matériau composite à matrice céramique formant un anneau de turbine, une structure de support d'anneau (2 ; 2') ainsi qu'un carter (3 ; 3') en matériau métallique, la structure de support d'anneau (2 ; 2') étant formée d'un matériau composite à matrice céramique différent de celui constituant les secteurs d'anneau (1 ; 1'), chaque secteur d'anneau (1 ; 1') ayant une partie formant base annulaire (5 ; 5') avec une face interne (6) définissant la face interne de l'anneau de turbine et une face externe (8) située du côté opposé à la face interne (6), chacun des secteurs d'anneau (1 ; 1') étant maintenu par la structure de support d'anneau (2 ; 2') laquelle est reliée au carter (3 ; 3'), l'ensemble d'anneau de turbine étant tel que la condition suivante est vérifiée :

$$0,25 \cdot E_1 \cdot (C_3 - C_1) \leq E_2 \cdot (C_3 - C_2) \leq 0,75 \cdot E_1 \cdot (C_3 - C_1)$$

dans la formule ci-dessus : E_1 désigne le module d'Young du matériau formant les secteurs d'anneau (1 ; 1'), E_2 désigne le module d'Young du matériau formant la structure de support d'anneau (2 ; 2'), C_1 désigne le coefficient de dilatation thermique du matériau formant les secteurs d'anneau (1 ; 1'), C_2 désigne le coefficient de dilatation thermique du matériau formant la structure de support d'anneau (2 ; 2') et C_3 désigne le coefficient de dilatation thermique du matériau formant le carter (3 ; 3').

2. Ensemble selon la revendication 1, dans lequel la structure de support d'anneau (2 ; 2') est sectorisée.

3. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel la structure de support d'anneau (2 ; 2') est formée d'un matériau composite à matrice céramique plus souple que le matériau composite à matrice céramique constituant les secteurs d'anneau (1 ; 1').

4. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les secteurs d'anneau (1 ; 1') comportent des pattes d'accrochage (10 ; 11 ; 10' ; 11') s'étendant depuis leur face externe (8 ; 8') et dans lequel la structure de support d'anneau (2 ; 2') définit des

surfaces support (S ; S') sur lesquelles les pattes d'accrochage (10 ; 11 ; 10' ; 11') des secteurs d'anneau (1 ; 1') sont en appui.

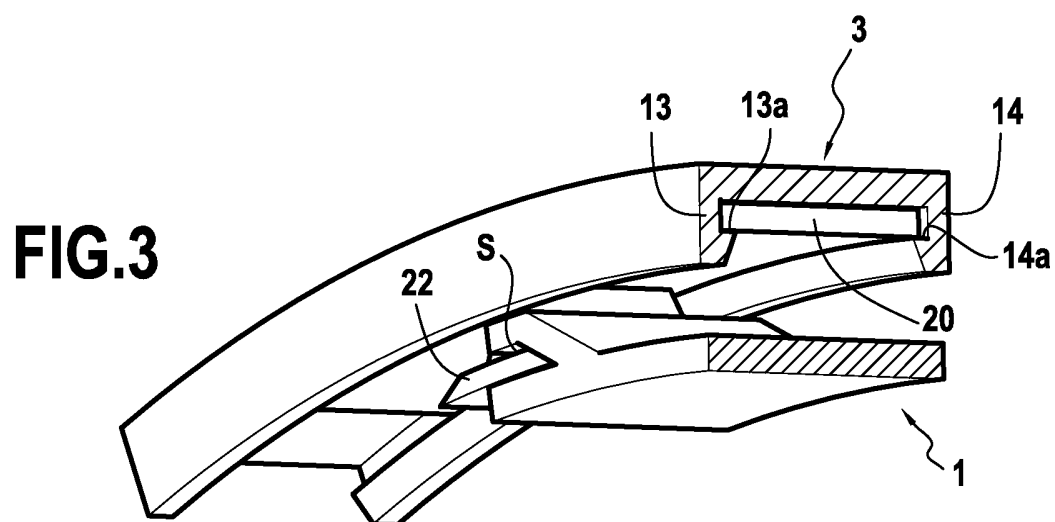
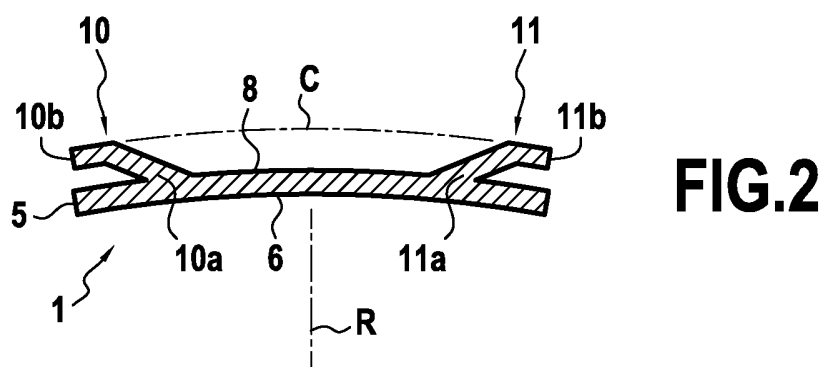
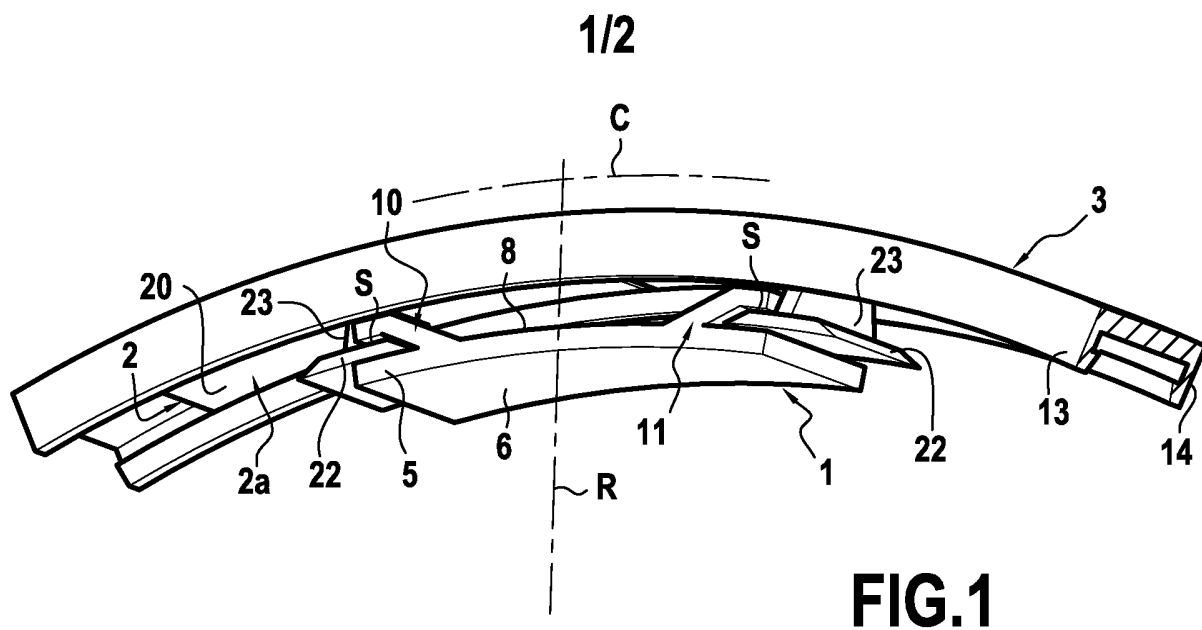
5 5. Ensemble selon la revendication 4, dans lequel la structure
de support d'anneau (2) comprend au moins une portion d'accrochage
(20) reliée au carter (3) ainsi que des portions support (22), ces portions
support (22) définissant les surfaces support (S) et étant décalées le long
de la direction circonférentielle (C) de l'anneau de turbine, chacun des
secteurs d'anneau (1) étant en appui sur deux portions support (22)
10 adjacentes.

6. Ensemble selon la revendication 4, dans lequel la structure
de support d'anneau (2') comprend au moins une portion d'accrochage
(20') reliée au carter (3') ainsi qu'au moins une portion support (22')
15 définissant les surfaces support (S'), chacun des secteurs d'anneau (1')
étant en appui sur une seule portion support (22').

7. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,
dans lequel le carter (3) comprend au moins deux brides annulaires (13 ;
20 14) et dans lequel la structure de support d'anneau (2) comprend au
moins une portion d'accrochage (20) en appui sur les brides annulaires
(13 ; 14) du carter (3).

8. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,
25 dans lequel la structure de support d'anneau (2') comprend au moins une
portion d'accrochage (20') reliée au carter (3') par engagement d'une
pluralité d'éléments rapportés (30) dans le carter (3') et dans la portion
d'accrochage (20').

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



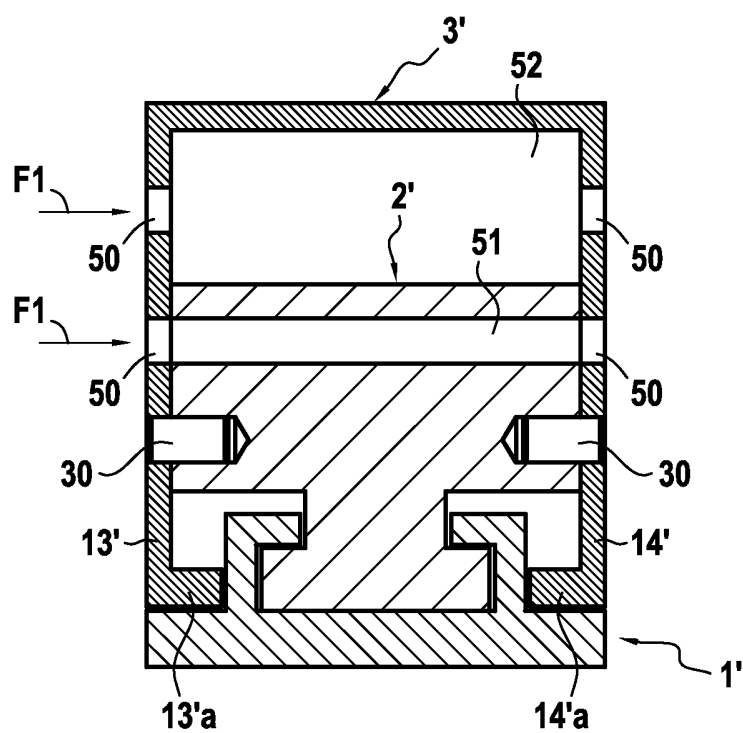
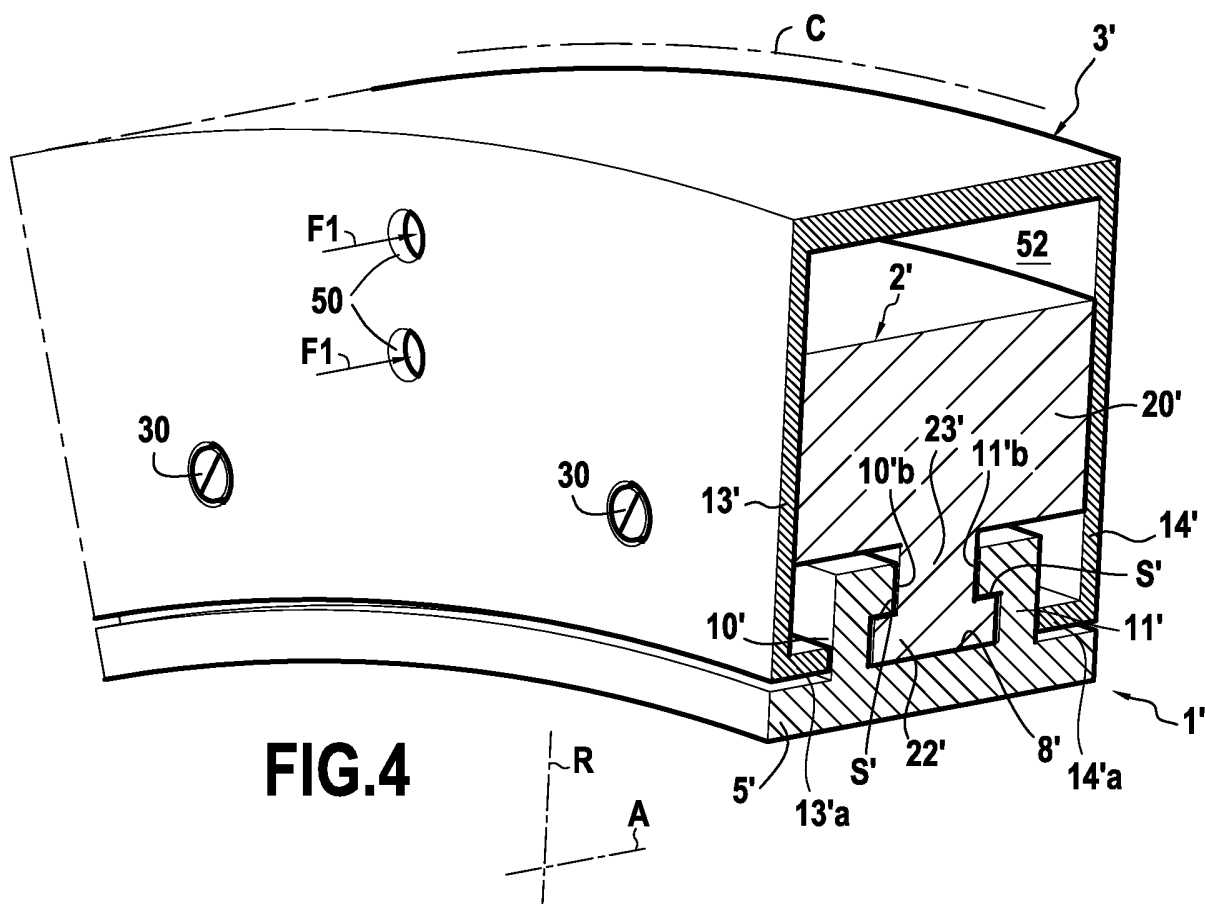


FIG.4A



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 819210
FR 1559488

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	WO 2015/031764 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 5 mars 2015 (2015-03-05) * alinéas [0050] - [0054] * -----	1-9	F01D9/04 B29C70/24 B29C70/20
A	US 2009/010755 A1 (KELLER DOUGLAS A [US] ET AL) 8 janvier 2009 (2009-01-08) * alinéas [0015] - [0017]; figures 2,3 * -----	1-9	
A	FR 2 942 844 A1 (SNECMA [FR]; SNECMA PROPULSION SOLIDE [FR]) 10 septembre 2010 (2010-09-10) * page 6, ligne 25 - page 7, ligne 24; figure 2 * -----	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 juillet 2016		Pileri, Pierluigi	
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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1559488 FA 819210**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **05-07-2016**

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
WO 2015031764 A1	05-03-2015	EP 3039250 A1 WO 2015031764 A1	06-07-2016 05-03-2015
US 2009010755 A1	08-01-2009	AUCUN	
FR 2942844 A1	10-09-2010	AUCUN	