

⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ Architecture pour joint d'étanchéité de turbomachine.

②② Date de dépôt : 23.03.23.

③⑦ Priorité :

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

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

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

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 21.03.25 Bulletin 25/12.

⑦② Inventeur(s) : LEMONNIER Jérôme, Claude,
George, BOISNAULT Franck, Davy, TOUCHARD
Delphine et LESAINE Jean-Marc, Michel.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

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

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.



Description

Titre de l'invention : Architecture pour joint d'étanchéité de turbomachine

Domaine technique

[0001] Le présent exposé concerne les dispositifs d'étanchéité pour les turbomachines aéronautiques et plus précisément les architectures de tels dispositifs.

Technique antérieure

[0002] La conception des circuits de ventilation d'une turbomachine aéronautique est délicate et représente une perte potentielle de performance.

[0003] En effet, la turbomachine est d'autant plus performante qu'elle fonctionne à haute température. Cependant, les matériaux la constituant nécessitent alors un refroidissement plus important. Le refroidissement est généralement réalisé par prélèvement d'une partie de l'air de la veine d'air froid, ce qui nuit à la performance générale.

[0004] En outre, le circuit de refroidissement impose de réaliser une architecture complexe pour permettre à l'air de refroidissement d'atteindre les aubes à refroidir depuis l'endroit où il est prélevé.

[0005] Afin d'assurer que le circuit d'air ne soit pas alimenté par plus d'air de refroidissement que nécessaire, et ne nuise donc pas outre mesure à la performance de la turbomachine, il est généralement disposé des joints d'étanchéité à labyrinthes aux endroits de prélèvement d'air.

[0006] De tels joints d'étanchéité permettent d'assurer un passage d'air contrôlé aux endroits où ils sont disposés. L'architecture classique des joints d'étanchéité à labyrinthes comprend des léchettes disposées face à des éléments abrasables qui présentent une structure alvéolaire de type nids d'abeilles.

[0007] Ce type de joint d'étanchéité présente néanmoins pour désavantage que l'usure des léchettes par frottement contre les éléments abrasables augmente le jeu du joint d'étanchéité à l'échelle de la durée de vie du joint d'étanchéité, et permet ainsi un passage d'air plus grand, ce qui conduit in fine à un trop grand prélèvement d'air et donc à une perte de performance de la turbomachine.

[0008] Il est parfois proposé des alternatives à de tels joints d'étanchéité à labyrinthes.

[0009] Par exemple, il est proposé des joints d'étanchéité auto-adaptatifs parfois dit hydrostatiques dans la littérature.

[0010] De tels joints d'étanchéité proposent de former un joint d'étanchéité en disposant une surface principale du joint d'étanchéité qui comprend des motifs en regard d'une autre surface, en rotation par rapport la surface principale et séparée de celle-ci par un jeu prédéfini.

- [0011] Il est entendu que l'étanchéité mise en jeu ici n'est pas une étanchéité stricte au sens où l'air ne pourrait pas passer le joint d'étanchéité, mais une étanchéité relative, le but du joint d'étanchéité étant de laisser passer une quantité d'air définie, quantifiée par le jeu prédéfini.
- [0012] Le joint d'étanchéité est dit auto-adaptatif car la surface comprenant les motifs interagit avec le flux d'air incident de telle sorte que :
- si le jeu diminue, la pression de l'air entre la surface du joint et la surface en regard augmente, de sorte à repousser le joint d'étanchéité et le ramener ainsi au jeu prédéfini ; et
 - si le jeu augmente, la pression de l'air entre la surface du joint d'étanchéité et la surface en regard diminue, de sorte qu'un élément de rappel connecté au joint d'étanchéité permette de ramener le joint d'étanchéité au jeu prédéfini.
- [0013] Il faut toutefois noter que l'utilisation de tels joints d'étanchéité est actuellement limité par le fait que le contact entre la surface principale du joint d'étanchéité et la surface en regard doit être évité en toute circonstance, et en particulier même en comportement inhabituel, limite ou accidentel.
- [0014] Le fonctionnement actuel ne permet donc pas de réaliser des joints d'étanchéité auto-adaptatifs qui permettent un jeu plus faible que le demi-millimètre, alors que les joints d'étanchéité auto-adaptatifs sont une alternative enviable aux joints d'étanchéité à labyrinthe, et c'est pourquoi il demeure un besoin pour de tels joints d'étanchéité qui pourraient être utilisés avec un jeu plus faible que les joints d'étanchéité auto-adaptatifs actuels.
- [0015] En effet, le comportement d'un tel joint d'étanchéité auto-adaptatif, en particulier son déplacement est conditionné par la différence de pression entre l'amont et l'aval du joint d'étanchéité.
- [0016] Or, dans certains régimes de fonctionnement ralenti de la turbomachine en particulier lors de l'approche avant l'atterrissage, la différence de pression entre l'amont et l'aval du joint d'étanchéité peut être relativement faible.
- [0017] En outre, l'atterrissage peut causer un balourd significatif sur l'arbre rotor, donc un déplacement significatif de la surface en regard du joint d'étanchéité.
- [0018] En présence d'une différence de pression entre l'amont et l'aval faible conjointe à un déplacement important de la surface en regard du joint d'étanchéité, il est possible que la surface interne du joint d'étanchéité ne soit pas assez réactive pour éviter d'entrer en contact avec la surface en regard.
- [0019] Un contact entre la surface interne du joint d'étanchéité et la surface en regard du joint d'étanchéité risque d'abimer ce dernier, et d'en nécessiter un remplacement prématuré.
- [0020] Ce comportement certes inhabituel doit néanmoins être prévu dans le dimen-

sionnement du joint et c'est pourquoi il demeure nécessaire d'améliorer le comportement du joint d'étanchéité pour pouvoir en diminuer le jeu.

Exposé de l'invention

- [0021] L'invention vise précisément à répondre à ce besoin. Elle propose pour cela une nouvelle architecture d'un joint d'étanchéité auto-adaptatif pour en améliorer la réactivité en particulier lorsque la différence de pression entre l'amont et l'aval du joint est relativement faible.
- [0022] L'invention concerne, selon un premier de ses aspects, un joint d'étanchéité configuré pour assurer un jeu prédéfini entre ledit joint d'étanchéité et une surface externe d'un rotor monté rotatif autour d'un axe A et disposée en regard du joint, l'axe A définissant une direction axiale, le joint d'étanchéité s'étendant circonférentiellement autour de l'axe A et comprenant une pluralité de secteurs de joints répartis circonférentiellement autour de l'axe A, chaque secteur de joint comprenant, radialement vis-à-vis de l'axe A, un secteur d'anneau interne relié à un secteur d'anneau externe par un organe de rappel,
- le joint d'étanchéité étant caractérisé en ce que la surface radialement interne de chaque secteur d'anneau interne comprend au moins un motif creusé à partir de la surface radialement interne des secteurs d'anneau interne,
- le secteur d'anneau interne comprenant en outre au moins un canal reliant une première ouverture qui débouche sur la face amont du secteur d'anneau interne et une deuxième ouverture qui débouche dans un des motifs creusés à partir de la surface radialement interne des secteurs d'anneau interne.
- [0023] Une telle architecture du joint d'étanchéité diffère radicalement d'un joint d'étanchéité à labyrinthes.
- [0024] Cependant la surface interne du secteur d'anneau interne assure bien une étanchéité aérodynamique en assurant un jeu prédéfini avec la surface en regard.
- [0025] En outre, la présence du canal permet d'assurer un apport d'air directement sous la surface interne du secteur d'anneau interne du joint d'étanchéité. Cet air supplémentaire crée au niveau du au moins un motif une forte surpression locale permettant d'augmenter la réactivité du joint.
- [0026] En particulier la présence du canal permet d'assurer une pression appliquée au secteur d'anneau interne au moins 30 % supérieure à celle d'un joint d'étanchéité identique mais sans le canal.
- [0027] La réactivité du joint étant corrélée à la pression s'appliquant radialement sous la surface interne du secteur d'anneau interne, cette surpression occasionne bien une réactivité plus grande du joint.
- [0028] En outre, la présence du canal permet d'alléger l'ensemble du dispositif d'environ

10%. Ce gain de masse est bénéfique pour l'application aéronautique souhaitée, mais également parce qu'il cause une augmentation de la fréquence propre du joint d'étanchéité, ce qui diminue le risque d'apparition de phénomènes de résonance lors de l'utilisation d'un tel joint.

- [0029] Dans un mode de réalisation, l'axe A peut être l'axe principal d'une turbomachine.
- [0030] Dans un mode de réalisation, la surface radialement interne de chaque secteur d'anneau interne comprend une pluralité de motifs répétés dans la direction circonférentielle, et l'on appellera ces motifs une rangée de motifs.
- [0031] Dans un mode de réalisation, chacun des motifs a une forme longiligne s'étendant selon une direction oblique par rapport à la direction axiale et étant séparé d'un autre motif par une portion non creusée de la surface interne.
- [0032] Dans un mode de réalisation, la surface radialement interne de chaque secteur d'anneau interne comprend au moins deux rangées de motifs, chacun des motifs ayant une forme longiligne s'étendant selon une direction oblique par rapport à la direction axiale et étant séparé d'un autre motif par une portion non creusée de la surface interne.
- [0033] La « répartition circonférentielle » des secteurs de joint entend signifier que chaque secteur de joint définit une portion de la circonférence du joint, et que l'ensemble des secteurs de joint permet d'obtenir le joint complet.
- [0034] Dans un mode de réalisation, la répartition circonférentielle est régulière, et chaque secteur de joint représente alors une portion égale de la circonférence du joint d'étanchéité.
- [0035] Il est entendu que le jeu prédéfini est un jeu « cible », et qu'il est possible que le jeu varie légèrement autour de la valeur de jeu prédéfini dans des conditions d'utilisation du joint. Lorsque le joint est dans sa position d'équilibre, le jeu prédéfini permet d'assurer que le flux d'air traversant le joint soit le flux d'air souhaité. Toutefois, si le jeu augmente ou diminue, l'ensemble du joint d'étanchéité sera ramené au jeu prédéfini par le comportement de ressort des secteurs d'anneau internes assuré par les organes de rappel ou par la surpression qui apparaît alors sous la surface interne du joint d'étanchéité.
- [0036] De manière générale, les motifs présents dans l'épaisseur de la surface interne du secteur d'anneau interne permettent d'améliorer le comportement aérodynamique du joint d'étanchéité.
- [0037] Les motifs creusés à partir de la surface interne du secteur d'anneau interne permettent en outre de modifier le comportement du joint, notamment en augmentant davantage la pression exercée par l'air sur la surface interne du secteur d'anneau interne lorsque cette dernière se rapproche de la surface en regard.
- [0038] Cela rend encore plus improbable le contact entre la surface interne du secteur

d'anneau interne et la surface radialement en regard diminuant ainsi le risque d'usure du joint d'étanchéité.

- [0039] Les motifs sont dits « creusés à partir de la surface interne du secteur d'anneau interne », car il doit être compris que les motifs forment un relief dans la direction radiale du secteur d'anneau, c'est-à-dire la direction perpendiculaire à l'axe A, et depuis la surface interne du secteur d'anneau interne.
- [0040] Les motifs ont des formes longilignes, par exemple parallélépipédiques. Il est ainsi entendu que le profil de profondeur de la surface interne du secteur d'anneau interne définissant un motif est identique dans la direction circonférentielle sur une distance donnée que l'on appellera arbitrairement largeur du motif.
- [0041] La deuxième dimension du motif, dans le plan de la surface interne du secteur d'anneau interne sera appelée arbitrairement longueur.
- [0042] On ne sort pas du cadre de l'invention si la largeur est plus grande que la longueur mais, par soucis de simplicité, on ne décrira par la suite que des cas dans lesquels un motif est plus long que large.
- [0043] Les dimensions sont caractérisées de largeur et de longueur par simplicité, mais l'invention n'est pas réduite au cas où les motifs sont rectangulaires et elle concerne bien des motifs longilignes, et plus précisément parallélépipédiques.
- [0044] Ainsi, et comme décrit, la longueur d'un motif est dans une direction oblique par rapport à la direction axiale.
- [0045] L'inclinaison quantifiant la caractéristique « oblique » des motifs s'entend comme l'angle définit entre la direction dans laquelle s'étend la longueur d'un motif et la direction axiale.
- [0046] Dans un mode de réalisation, l'angle d'inclinaison de chaque motif par rapport à la direction axiale peut être supérieur ou égal à 30°.
- [0047] L'angle d'inclinaison des motifs permet d'une part d'inscrire plus de motifs ou des motifs de plus grande longueur à la surface d'un secteur d'anneau interne de dimensions données.
- [0048] Dans un mode de réalisation, l'angle d'inclinaison des motifs est compris entre 30° et 60°, voire comprise entre 30° et 45°.
- [0049] En effet, cela permet d'assurer en outre que le flux d'air, qui présente éventuellement une vitesse tangentielle du fait de la rotation de plusieurs éléments avec lesquels il est éventuellement en contact, entre dans le motif sans voir une discontinuité trop importante.
- [0050] De préférence, l'angle d'inclinaison est orienté dans le même sens que la vitesse tangentielle du flux d'air, ou encore dans le sens de rotation de la surface en regard par rapport au secteur d'anneau interne.
- [0051] La surface en regard du joint d'étanchéité est une surface d'un rotor monté rotatif

autour de l'axe A, par exemple le rotor d'une turbine haute pression d'une turbomachine aéronautique. Dans un mode de réalisation, les motifs peuvent être inclinés dans la même direction que le sens de rotation du rotor.

[0052] Cela assure que l'orientation des motifs soit dans le sens de la vitesse tangentielle de l'air traversant lesdits motifs, ce qui améliore les performances générales du joint d'étanchéité.

[0053] Comme décrit, le secteur d'anneau interne comprend au moins un canal reliant une première ouverture disposée sur la face amont de l'anneau interne et une deuxième ouverture sur la face interne du secteur d'anneau interne la deuxième ouverture étant disposée dans un des motifs.

[0054] Dans un mode de réalisation, la surface radialement interne de chaque secteur d'anneau interne comprend au moins deux rangées de motifs et la deuxième ouverture est disposée dans un motif de la deuxième rangée de motifs.

[0055] Dans un mode de réalisation, le jeu prédéfini du joint peut être compris entre 0,1 et 1,0 mm voire entre 0,5 mm et 1,0 mm..

[0056] Ce jeu est bien plus faible que ceux accessibles pour les joints d'étanchéité auto-adaptatifs de l'art antérieur, mais le joint est toutefois fonctionnel grâce à l'ajout du canal notamment.

[0057] Dans un mode de réalisation, le diamètre du canal augmente entre la première et la deuxième ouverture.

[0058] Dans un mode de réalisation, la première ouverture peut comprendre un diamètre supérieur ou égal à 0,5 mm.

[0059] Dans un mode de réalisation, la première ouverture est disposée radialement au-dessus d'une portion non creusée de la surface radialement interne du secteur d'anneau interne. En d'autres termes, la première ouverture est disposée radialement au-dessus d'une séparation entre deux motifs de la première rangée de motifs.

[0060] Il est entendu que la première rangée de motifs est la première rangée rencontrée par le flux d'air passant le joint d'étanchéité.

[0061] Ainsi, la première rangée de motifs pourra aussi être caractérisée de « rangée amont », et la deuxième rangée de « rangée aval ».

[0062] Dans un mode de réalisation, une rangée de motifs peut comprendre plus de cinq motifs, par exemple entre 5 et 20 motifs, de préférence entre 7 et 15 motifs, voire entre 9 et 11 motifs.

[0063] Dans un mode de réalisation, un secteur d'anneau interne donné comprend une pluralité de canaux. Par exemple, le nombre de canaux par secteur d'anneau interne peut supérieur ou égal à 3. En d'autres termes, dans un mode de réalisation, plusieurs motifs de la deuxième rangée comprennent une deuxième ouverture, voire tous les motifs ont une deuxième ouverture.

- [0064] Dans un mode de réalisation, tous les canaux présents débouchent dans des motifs de la deuxième rangée de motifs.
- [0065] Dans un mode de réalisation dans lequel la surface radialement interne de chaque secteur d'anneau interne comprend au moins deux rangées de motifs, aucun canal ne débouche dans la première rangée de motifs.
- [0066] Dans un mode de réalisation dans lequel la surface radialement interne de chacun des secteurs d'anneaux interne comprend une première et une deuxième rangée de motifs, et dans lequel chaque motif de la deuxième rangée de motifs est relié à au moins un canal reliant une première ouverture qui débouche sur la face amont du secteur d'anneau interne et une deuxième ouverture qui débouche dans le motif.
- [0067] En effet, un mode de réalisation avec un seul canal peut suffire pour que la surpression appliquée soit suffisante pour améliorer la réactivité du joint d'étanchéité. Toutefois, augmenter le nombre de canaux permet d'améliorer encore davantage la réactivité du joint d'étanchéité et d'en uniformiser le comportement dans la direction circonférentielle.
- [0068] Comme décrit, la deuxième ouverture permet d'assurer une surpression locale radialement sous la surface interne du secteur d'anneau interne du joint d'étanchéité. Celle-ci génère une force sur la surface du joint d'étanchéité dirigée de la surface en rotation vers la surface interne du secteur d'anneau interne, c'est-à-dire qu'elle tend à faire augmenter le jeu.
- [0069] Puisque cette force s'applique localement, elle peut occasionner un comportement du joint d'étanchéité qui ne soit pas uniforme dans sa dimension circonférentielle. Pour en uniformiser le comportement dans la direction circonférentielle, on peut augmenter le nombre d'ouverture dans cette direction.
- [0070] Dans un mode de réalisation, la ou les deuxièmes ouvertures sont disposées symétriquement dans la direction circonférentielle du joint d'étanchéité.
- [0071] Ceci assure alors un comportement uniforme du joint d'étanchéité, ou plus précisément du secteur d'anneau interne dans sa direction circonférentielle.
- [0072] Dans un mode de réalisation, il y a autant de canaux que de motifs dans la seconde rangée de motifs, chaque canal débouchant dans un motif distinct de la seconde rangée.
- [0073] Dans un mode de réalisation, les motifs présentent une portion plane sur laquelle la profondeur ne varie pas, et l'on considèrera que la profondeur de cette portion plane est la profondeur du motif. Si les motifs ne présentent pas une telle portion plane ou s'ils présentent plus d'une portion plane, on appellera profondeur du motif la profondeur moyenne du motif.
- [0074] La profondeur d'un motif s'entend comme la distance entre la surface interne du secteur d'anneau interne non creusée et la surface du motif, mesurée perpendiculairement à la surface du secteur d'anneau interne, c'est-à-dire selon la direction

radiale.

- [0075] Les modes de réalisation décrits à présent permettent d'assurer un retour plus rapide du joint d'étanchéité à son jeu prédéfini, et donc à sa position d'équilibre.
- [0076] En outre, ils assurent que la surface radialement interne du secteur d'anneau interne ne rentre pas en contact avec la surface en regard dans les modes de fonctionnement prévus ou même accidentels.
- [0077] Dans un mode de réalisation, les motifs de la première rangée de motifs présentent une profondeur supérieure ou égale aux motifs de la deuxième rangée de motifs.
- [0078] Dans un mode de réalisation, la surface radialement interne de chacun des secteurs d'anneaux interne comprend une première et une deuxième rangée de motifs, et chaque motif de la première rangée de motifs présente une zone aval plane de profondeur constante et non nulle et une zone amont de motif dans laquelle la profondeur varie de façon décroissante en restant supérieure à la profondeur constante de la zone aval de motif.
- [0079] Dans ce mode de réalisation, la zone amont permet d'assurer une faible perte de pression à l'entrée du joint d'étanchéité. Cela permet ainsi d'améliorer l'efficacité du joint d'étanchéité dans son ensemble.
- [0080] Dans un mode de réalisation, la zone amont de chaque motif de la première rangée de motifs peut présenter une forme arrondie, c'est-à-dire convexe.
- [0081] La zone aval assure le rôle général du motif qui est d'augmenter la pression sur la surface interne du secteur d'anneau interne lorsque le jeu est plus faible que le jeu prédéfini.
- [0082] En outre, puisque deux motifs sont séparés par une portion non creusée de la surface interne du secteur d'anneau interne et que la profondeur de la partie aval du motif de la première rangée est non nulle, ce mode de réalisation assure que l'air parcourant le premier motif rencontre une paroi dirigée dans la direction radiale à la fin du premier motif.
- [0083] Ces parois assurent que l'effort effectué par l'air radialement sous la surface interne du secteur d'anneau interne soit dirigé dans la direction radiale, et cela indépendamment de sa vitesse tangentielle.
- [0084] Dans un mode de réalisation, la profondeur de la partie aval du motif de la première rangée peut être comprise entre 1,5 fois et 2,5 fois le jeu prédéfini pour le joint d'étanchéité, par exemple être comprise entre 0,1 mm et 1,0 mm.
- [0085] Les inventeurs ont en effet constaté que ces valeurs de profondeur assurent une excellente répartition des pressions dans le joint d'étanchéité ce qui en améliore l'efficacité.
- [0086] Dans un mode de réalisation, au moins un motif de la deuxième rangée de motifs présente une zone aval de motif plane de profondeur constante et non nulle et une zone

amont de motif dans laquelle la profondeur du motif varie de façon croissante depuis la surface interne du secteur d'anneau interne en restant inférieure à la profondeur constante de la zone aval de motif.

- [0087] Ce mode de réalisation permet d'assurer une nouvelle compression de l'air entrant dans le motif, assurant un effort supplémentaire sous le joint, et donc un meilleur asservissement de ce dernier dans son retour à la position d'équilibre.
- [0088] Dans un mode de réalisation, la surface radialement interne de chacun des secteurs d'anneaux interne comprend une première et une deuxième rangée de motifs, les motifs de la première rangée de motifs étant décalés dans la direction circonférentielle vis-à-vis des motifs de la deuxième rangée de motifs.
- [0089] Par exemple, les motifs de la deuxième rangée sont décalés dans la direction circonférentielle par rapport aux motifs de la première rangée d'une distance comprise entre 0,25 fois la largeur d'un motif et 0,75 fois la largeur d'un motif, voire comprise entre 0,45 fois la largeur d'un motif et 0,55 fois la largeur d'un motif.
- [0090] Ce mode de réalisation permet d'assurer que le flux d'air traversant le joint d'étanchéité et ayant une vitesse tangentielle rencontre bien des motifs des deux rangées de motifs au cours de son passage dans le joint d'étanchéité.
- [0091] Dans un mode de réalisation, les deuxième ouvertures peuvent déboucher dans la portion amont dans laquelle la profondeur du motif varie.
- [0092] Dans un mode de réalisation, les motifs de la seconde rangée de motifs qui comprennent une deuxième ouverture peuvent avoir une géométrie différente de celle décrite plus haut et/ou des premiers motifs.
- [0093] En particulier, dans un mode de réalisation, les motifs de la seconde rangée dans lesquels est présente une deuxième ouverture peuvent avoir une géométrie différente de celle des motifs de la deuxième rangée ne comprenant pas de deuxième ouverture.
- [0094] Par exemple, dans un mode de réalisation les motifs de la seconde rangée dans lesquels est présente une deuxième ouverture peuvent avoir une profondeur constante.
- [0095] Par exemple, la géométrie peut avoir une portion amont évasée, c'est-à-dire dont la largeur augmente, entre la deuxième ouverture et la portion aval puis une portion avale d'une largeur constante.
- [0096] Par exemple, la largeur constante peut être identique à la largeur des premiers motifs et/ou à la largeur des autres motifs de la deuxième rangée de motifs.
- [0097] Dans un mode de réalisation, la largeur de l'extrémité aval des motifs de la deuxième rangée de motif peut être supérieure ou égale à 4 fois le diamètre de la deuxième ouverture.
- [0098] Ce mode de réalisation permet d'assurer un excellent travail de l'air introduit dans le deuxième motif pour augmenter la réactivité du joint.
- [0099] Dans un mode de réalisation, la portion amont des motifs de la deuxième rangée de

motifs comprenant une deuxième ouverture évasée pouvant s'inscrire dans un cône dont l'angle est compris entre 10° et 45° bornes incluses.

- [0100] Il est dit que la portion amont évasée peut s'inscrire dans un cône car il n'est pas nécessaire que la portion évasée soit droite pourvu que sa largeur dans la direction circonférentielle augmente.
- [0101] Ce mode de réalisation permet d'assurer que l'air apporté via le canal directement au motif de la deuxième rangée par le canal d'alimentation soit bien canalisé dans ce motif, ce qui assure une diminution des pertes de charges lors de l'introduction d'air via le canal.
- [0102] Dans un mode de réalisation, le canal comprend un coude formant un angle qui peut être compris entre 60° et 90° .
- [0103] Un tel angle maximise l'impact de l'air introduit sur la réactivité du joint d'étanchéité. Notamment, cela permet d'assurer que l'air sortant du canal soit dirigé vers la surface rotative en regard du joint d'étanchéité ce qui assure la génération d'une forte surpression locale.
- [0104] Dans un mode de réalisation, la profondeur des motifs de la deuxième rangée peut être inférieure ou égale à 50% du jeu prédéfini, par exemple être comprise entre 30 % et 50 % du jeu prédéfini.
- [0105] Dans un mode de réalisation, les secteurs d'anneau externes forment une virole externe et les secteurs d'anneau internes présentent des extrémités agencées bout-à-bout dans la direction circonférentielle autour de l'axe A.
- [0106] Dans un mode de réalisation, les extrémités circonférentielles des secteurs d'anneau interne présentent un angle d'inclinaison par rapport à la surface interne du secteur d'anneau interne compris entre 30° et 90° .
- [0107] Cette inclinaison des extrémités des secteurs d'anneau interne des secteurs de joints d'étanchéité permet d'assurer un déplacement des secteurs d'anneau interne des secteurs de joints d'étanchéité les uns par rapport aux autres.
- [0108] En effet, au cours de l'utilisation, le déplacement radial des secteurs d'anneau interne n'est pas uniforme. Une inclinaison des extrémités des secteurs d'anneau interne permet de réduire le jeu existant entre deux secteurs d'anneau interne, améliorant ainsi l'efficacité du joint d'étanchéité.
- [0109] Dans un mode de réalisation, le joint d'étanchéité comprend entre 8 et 12 secteurs de joints.
- [0110] Pour des raisons de tenue mécanique, d'encombrement et pour assurer la planéité de la surface des joints d'étanchéité, on préférerait avoir le plus de secteurs possible. En revanche, pour des raisons aérodynamiques, il convient d'éviter les fuites, et donc de minimiser le nombre de secteurs de joints d'étanchéité. Les inventeurs ont constaté qu'un tel nombre de secteurs de joints d'étanchéité était un compromis optimal entre

ces deux effets opposés.

- [0111] Dans un mode de réalisation, la surface interne du secteur d'anneau interne peut également comprendre après le dernier motif une surface non creusée de la surface interne du secteur d'anneau interne puis une portion d'augmentation de l'épaisseur entre la surface non creusée et l'extrémité aval du secteur d'anneau interne.
- [0112] Un tel profil permet de réduire l'hétérogénéité de pression à la sortie du joint d'étanchéité, ce qui réduit le risque d'instabilité vibratoire du joint à cause du sillage de l'air qui le traverse.
- [0113] Par exemple, la profondeur maximale d'une telle zone creusée peut être de 0,2 mm.
- [0114] Dans un mode de réalisation, les secteurs d'anneau externe d'un joint d'étanchéité peuvent être une pièce unique, par exemple une virole. En d'autres termes, il n'y a pas de séparation physique entre deux secteurs d'anneau externes circonférentiellement successifs.
- [0115] Dans un mode de réalisation, une telle virole peut être monolithique, c'est-à-dire réalisée en une seule pièce sans raccordement. Dans un tel cas de figure, il sera considéré qu'une portion angulaire de la virole peut être considérée comme un secteur d'anneau externe.
- [0116] Dans un mode de réalisation, le joint d'étanchéité comprend en outre un organe d'étanchéité secondaire disposé radialement au-dessus du secteur d'anneau interne de sorte à empêcher l'air de traverser axialement le joint au-dessus du secteur d'anneau.
- [0117] Un tel organe d'étanchéité secondaire permet d'assurer l'étanchéité des éléments du joint situé radialement au-dessus du secteur d'anneau interne.
- [0118] En d'autres termes, un tel organe d'étanchéité secondaire assure que le seul chemin permettant à l'air en amont du joint d'étanchéité de le franchir passe radialement entre la surface interne du secteur d'anneau interne et la surface externe en regard du joint.
- [0119] Un tel organe secondaire est connu en tant que tel de l'homme du métier et peut par exemple être choisi parmi un joint d'étanchéité à brosse, un ensemble de languettes, un tuilage.
- [0120] Selon un autre de ses aspects, l'invention concerne également une turbomachine comprenant au moins un joint d'étanchéité tel que décrit ci-dessus.
- [0121] Par exemple, l'un au moins du joint d'étanchéité intérieur amont (dit « FIS » pour « forward inner seal » en anglais), du joint d'étanchéité extérieur amont (dit « FOS » pour « forward outer seal » en anglais) et/ou du premier joint d'étanchéité en aval du compresseur à haute pression (dit « CDP » pour « compressor discharge pressure » en anglais) peut être un joint d'étanchéité tel que décrit plus haut.
- [0122] Dans un mode de réalisation, l'invention concerne une turbomachine aéronautique telle que décrite plus haut, dans laquelle le au moins un joint d'étanchéité est disposé sur un circuit d'acheminement de l'air de refroidissement, ledit circuit d'acheminement

de l'air de refroidissement comprenant une entrée prélevant l'air en aval du dernier disque d'un compresseur haute pression et une entrée prélevant l'air radialement sous une chambre de combustion qui prend la forme d'une embouchure d'air débouchant dans un logement d'admission d'air en communication avec le circuit d'acheminement de l'air de refroidissement et le joint d'étanchéité étant choisi parmi :

- un joint d'étanchéité amont situé en aval du compresseur à haute pression traversé par l'air prélevé en aval du dernier disque du compresseur haute pression ;
- un joint d'étanchéité interne aval définissant l'entrée dudit logement d'admission d'air et disposé radialement sous l'embouchure d'admission d'air ; et/ou
- un joint d'étanchéité extérieur aval définissant la sortie dudit logement d'admission d'air et disposé radialement sous un distributeur haute pression.

Brève description des dessins

- [0123] [Fig.1] La [Fig.1] représente schématiquement d'une turbomachine.
- [0124] [Fig.2] La [Fig.2] représente schématiquement un joint d'étanchéité dans un mode de réalisation de l'invention.
- [0125] [Fig.3] La [Fig.3] représente schématiquement un joint d'étanchéité dans un mode de réalisation de l'invention selon une vue différente de celle de la [Fig.2].
- [0126] [Fig.4] La [Fig.4] représente schématiquement un joint d'étanchéité dans un mode de réalisation de l'invention selon une vue différente de celles des figures 2 et 3.
- [0127] [Fig.5] La [Fig.5] représente un joint comprenant plusieurs secteurs de joints, dans un mode de réalisation de l'invention.
- [0128] [Fig.6] La [Fig.6] représente une vue en coupe d'une turbomachine munie de joints d'étanchéité tels que décrits selon un mode de réalisation de l'invention.

Description des modes de réalisation

- [0129] L'invention est à présent décrite au moyen de figures, présentes à but descriptif pour illustrer certains modes de réalisation de l'invention et qui ne doivent pas être interprétées comme limitant cette dernière.
- [0130] La [Fig.1] représente, en coupe selon un plan vertical passant par son axe principal A, un turboréacteur à double flux 1. Il comporte d'amont en aval selon la circulation du flux d'air, une soufflante 2, un compresseur basse pression 3, un compresseur haute pression 4, une chambre de combustion 5, une turbine haute pression 6, et une turbine basse pression 7.
- [0131] Dans la présente demande, les termes relatifs de positionnement par exemple « amont », « aval », « interne » et « externe » seront entendus par rapport à l'axe horizontal A du carter définissant la direction axiale, parcouru dans le sens d'écoulement des flux d'air principaux et secondaire de la turbomachine.
- [0132] Ainsi, un élément dit « amont » sera traversé avant un élément dit « aval » et un

élément dit « interne » sera plus proche de l'axe A qu'un élément « externe ».

[0133] Dans la présente demande, il est entendu que la direction axiale D_A s'entend comme la direction de l'axe principal A de la turbomachine ; la direction circonférentielle D_C est celle formant un cercle autour de la direction axiale D_A ; et la direction radiale D_R , définit un rayon du cercle formé par la direction circonférentielle D_C et ayant pour centre la direction axiale D_A .

[0134] La [Fig.2] représente une vue de profil d'un secteur d'anneau interne.

[0135] La [Fig.2] illustre en pointillés le contour du secteur d'anneau interne non-creusé pour mieux illustrer ce qui est entendu par les motifs creusés au sens de l'invention.

[0136] Comme figuré, la surface interne S_{int} du secteur d'anneau comprend ici deux rangées de motifs 31, 32.

[0137] La [Fig.2] décrit le profil de la surface interne S_{int} du secteur d'anneau interne comme il est vu par l'air traversant un motif de la première rangée 31 puis un motif de la deuxième rangée 32.

[0138] En d'autres termes, la [Fig.2] décrit le profil de profondeur le long de la largeur de la surface interne du secteur d'anneau interne 13 parcourue dans la direction de la longueur des motifs.

[0139] Au sens de l'invention, l'expression « la largeur de la surface interne du secteur d'anneau interne parcourue dans la direction de la longueur des motifs » entend caractériser la dimension de la surface interne S_{int} du secteur d'anneau interne parcourue dans une direction décalée de la direction axiale D_A d'un angle α égal à l'inclinaison des motifs.

[0140] On rappelle ici que la [Fig.2], comme les autres figures de la présente description ne sont ni à l'échelle, ni même à l'échelle relative.

[0141] Les figures sont décrites à une échelle qui permet d'en apprécier les détails mais il n'est pas possible d'y faire correspondre des dimensions réelles.

[0142] Dans le mode de réalisation représenté, le motif 31 de la première rangée présente une zone amont 311 dans laquelle la profondeur varie de façon décroissante et une zone aval 312 plane de profondeur constante H2 non nulle.

[0143] Sur le mode de réalisation représenté, la zone amont 311 a une forme arrondie, mais cela n'est pas limitatif de l'invention.

[0144] La diminution de la profondeur pourrait être constante par exemple, la zone amont 311 formant alors une pente.

[0145] Une zone amont 311 le long de laquelle la profondeur diminue permet de réduire la perte de pression à l'entrée du joint.

[0146] Dans un mode de réalisation, la différence de profondeur H1 entre l'extrémité radialement supérieure du secteur d'anneau interne et la zone aval 312 du motif 31 de la première rangée peut être supérieure ou égale à 0,2 mm, par exemple comprise entre

0,2 mm et 4,0 mm.

- [0147] Dans un mode de réalisation, la profondeur H2 de la zone aval 312 du motif 31 de la première rangée peut être comprise entre 1,5 fois et 2,5 fois la valeur du jeu j prédéfini.
- [0148] Selon l'application visée, le jeu prédéfini j sera compris entre 0,10 mm et 0,45 mm.
- [0149] Il n'y a pas de limitation précise de la répartition entre la zone amont 311 et la zone aval 312 du motif 31 de la première rangée.
- [0150] Par exemple, la zone amont 311 peut représenter entre 10% et 20% de la longueur du motif 31 de la première rangée.
- [0151] Par symétrie, la zone aval 312 peut représenter entre 80% et 90% de la longueur du motif 31 de la première rangée.
- [0152] Dans un mode de réalisation, la longueur du motif 31 de la première rangée peut représenter entre 40% et 50% de la largeur de la surface interne du secteur d'anneau interne 13 parcourue dans la direction de la longueur des motifs.
- [0153] Une telle longueur du motif de la première rangée assure un excellent comportement du joint et assure notamment un excellent comportement du joint si ce dernier se rapproche ou s'écarte de sa position d'équilibre.
- [0154] Dans un mode de réalisation un motif 31 de la première rangée peut être espacé circonférentiellement d'un autre motif 31 de la première rangée, ou le cas échéant de l'extrémité du secteur d'anneau interne 13 par un espace non creusé 41 d'une largeur comprise entre 0,5 mm et 1,5 mm.
- [0155] Après le motif 31 de la première rangée de motifs, et puisque la profondeur H2 du premier motif est non nulle, et que ce dernier est séparé du motif 32 de la deuxième rangée de motifs par une portion non creusée 43 de la surface interne S_{int} du secteur d'anneau interne 13 le motif 31 de la première rangée de motifs comprend une extrémité qui présente une variation brutale 313 de la profondeur du motif.
- [0156] Cette variation définit une portion verticale 313 qui assure le comportement souhaité pour le joint d'étanchéité.
- [0157] Dans un mode de réalisation, la longueur de l'élément 43 de surface interne S_{int} non creusée est inférieur à 5% de la largeur de la surface interne du secteur d'anneau interne 13 parcourue dans la direction de la longueur des motifs.
- [0158] Dans le mode de réalisation représenté sur la [Fig.2], le motif 32 de la deuxième rangée de motifs présente une profondeur du motif H5 constante.
- [0159] Dans un mode de réalisation, la longueur du motif 32 de la deuxième rangée peut représenter entre 40% et 50% de la largeur de la surface interne du secteur d'anneau interne 13 parcourue dans la direction de la longueur des motifs.
- [0160] Dans un mode de réalisation, après le motif 32 de la deuxième rangée de motifs, et puisque la profondeur H5 du motif 32 de la deuxième rangée est non nulle, le motif 32 de la deuxième rangée peut être circonférentiellement séparé de l'extrémité circonfé-

rentielle du secteur d'anneau interne 13 par une portion non creusée 44 de la surface interne S_{int} du secteur d'anneau interne 13.

- [0161] Ainsi, le motif 32 de la deuxième rangée de motifs comprend une extrémité qui présente une variation brutale 323 de la profondeur du motif.
- [0162] Cette variation brutale définit une portion verticale 323 qui assure le comportement souhaité pour le motif 32 de la deuxième rangée de motifs.
- [0163] Dans un mode de réalisation, la profondeur H5 du motif 32 de la deuxième rangée peut être inférieure ou égale à 50% du jeu j prédéfini, par exemple être comprise entre 30 % et 50 % du jeu j prédéfini.
- [0164] Dans un mode de réalisation un motif 32 de la deuxième rangée peut être espacé d'un autre motif 32 de la deuxième rangée, ou le cas échéant du bord de l'extrémité du secteur d'anneau interne 13 par un espace non creusé 42 d'une largeur comprise entre 0,5 mm et 1,5 mm.
- [0165] Dans un mode de réalisation, qui est celui présenté sur la [Fig.2], le motif 32 de la deuxième rangée peut être séparé de l'aval de la surface interne S_{int} par une portion de surface 44 non creusée n'appartenant pas à un motif.
- [0166] Dans un mode de réalisation, cette portion de surface 44 non creusée peut elle-même être séparée axialement du bord aval 45 de la surface interne S_{int} du secteur d'anneau interne 13 par une zone aval creusée 442.
- [0167] Par exemple, la zone 442 peut présenter une variation linéaire de la profondeur, et cela jusqu'au bord aval 45 du secteur d'anneau interne 13.
- [0168] Par exemple, la profondeur H7 maximale de la zone aval 442 peut être supérieure ou égale à 0,2 mm.
- [0169] Un tel profil de la zone aval 442 du secteur d'anneau interne 13 permet d'assurer une continuité de la pression.
- [0170] Dans un mode de réalisation, la longueur de la portion entre le motif 32 de la deuxième rangée de motifs et le bord aval 45 peut être inférieure ou égale à 10% de la largeur de la surface interne du secteur d'anneau interne 13 parcourue dans la direction de la longueur des motifs, voire comprise entre 6% et 10 % de la largeur de la surface interne du secteur d'anneau interne 13 parcourue dans la direction de la longueur des motifs.
- [0171] L'invention n'est pas limitée par la taille relative de la portion non creusée 44 et de la zone aval 442. Ainsi, la portion 44 peut représenter entre 10% et 20% de la totalité de la longueur en aval du deuxième motif, c'est-à-dire des portions 44 et de la zone 442.
- [0172] Par symétrie, la zone aval 442 peut représenter entre 80% et 90 % de la totalité de la zone en aval du deuxième motif, c'est-à-dire des portions 44 et de la zone 442.
- [0173] Dans un mode de réalisation, la largeur de la surface interne du secteur d'anneau interne 13 parcourue dans la direction axiale peut être comprise entre 20 mm et 40 mm.

- [0174] A toutes fins utiles, il est précisé ici que la largeur de la surface interne du secteur d'anneau interne 13 parcourue dans la direction de la longueur des motifs telle que définie plus haut est alors égale à la largeur de la surface interne du secteur d'anneau interne 13 parcourue dans la direction axiale D_A divisée par le cosinus de l'inclinaison α .
- [0175] La [Fig.2] illustre en outre un canal 501.
- [0176] Ce canal 501 comprend une première ouverture 502 et une deuxième ouverture 503.
- [0177] La première ouverture 502 est une ouverture sur la face amont du secteur d'anneau interne. Cette première ouverture 502 sera décrite plus explicitement en lien avec la [Fig.3].
- [0178] Le canal 501 comprend en outre une deuxième ouverture 503, laquelle débouche dans le motif 32 de la deuxième rangée de motifs.
- [0179] La [Fig.2] illustre en outre l'angle γ du coude du canal 501.
- [0180] L'angle γ du coude du canal 501 est compris entre 60° et 90° .
- [0181] Ce mode de réalisation permet d'assurer que l'air provenant du canal soit envoyé vers la surface 500 en regard de la surface interne S_{int} du joint et qu'il permette après sa rencontre avec la surface 500.
- [0182] Dans un mode de réalisation, le diamètre du canal 501 ne varie pas entre son diamètre d'entrée D1 et son diamètre de sortie D2.
- [0183] Dans un mode de réalisation, le diamètre du canal 501 peut varier entre son diamètre d'entrée D1 et son diamètre de sortie D2.
- [0184] Dans un mode de réalisation, le diamètre du canal va s'élargir, c'est-à-dire que D1 sera plus petit que D2.
- [0185] Dans un mode de réalisation, le diamètre d'entrée D1 peut être supérieur ou égal à 0,5 mm.
- [0186] Les inventeurs ont en effet constaté qu'un tel diamètre pour le canal 501 lui permet de remplir précisément sa fonction sans mettre en péril l'intégrité structurelle du joint d'étanchéité.
- [0187] Dans un mode de réalisation, le canal 501 n'est pas nécessairement sphérique et peut avoir une ouverture ovale, ou elliptique.
- [0188] On parlera alors néanmoins de diamètre d'entrée D1 pour le canal 501, en considérant le diamètre du cercle dont la surface serait égale à la surface de l'ouverture d'entrée 502 du canal.
- [0189] Dans un mode de réalisation, il en est de même pour l'ouverture de sortie 503 et par analogie on parlera de diamètre de sortie D2 pour le canal 501 en considérant le diamètre du cercle dont la surface serait égale à la surface de l'ouverture de sortie 503 du canal.
- [0190] La [Fig.3] illustre de manière schématique la face amont d'un secteur d'anneau

interne 13 ainsi qu'il est vu par le flux d'air entrant.

- [0191] Dans le mode de réalisation représenté, les premières ouvertures 502 des canaux sont disposées radialement au-dessus de portion non-creusées 41 du secteur d'anneau interne 13. Ce mode de réalisation permet d'assurer qu'un canal 501 débouche au-dessus d'un motif de la deuxième rangée lorsque celui-ci est décalé par rapport à un motif de la première rangée.
- [0192] Ceci n'est toutefois pas nécessaire pour l'obtention de l'effet technique, et dans un mode de réalisation, les premières ouvertures 502 des canaux 501 peuvent être disposées radialement au-dessus de premiers motifs, par exemple centrés au-dessus des premiers motifs.
- [0193] La [Fig.4] illustre la surface interne S_{int} d'un secteur d'anneau interne ainsi qu'il peut être dans un mode de réalisation de l'invention.
- [0194] La [Fig.4] comprend en outre un encart représentant un zoom sur un motif 32 de la deuxième rangée de motifs.
- [0195] Ainsi que cela est figuré, les motifs forment deux rangées, une rangée amont formée par les motifs 31 et une rangée aval formée par les motifs 32.
- [0196] De plus, chaque motif est séparé du suivant par une surface non creusée de la surface interne S_{int} du secteur d'anneau interne 13, repéré par le symbole 41 entre deux motifs 31 de la première rangée, par le symbole 42 entre deux motifs 32 de la deuxième rangée, ou encore par le symbole 43 entre un motif 31 de la première rangée et 32 de la deuxième rangée.
- [0197] En outre, les motifs peuvent ou non être espacés du bord aval du secteur d'anneau interne 13 par un espace 44 non creusé de la surface interne S_{int} du secteur d'anneau interne 13, n'appartenant pas au motif.
- [0198] Dans un mode de réalisation, la surface interne du secteur d'anneau interne 13 peut comprendre, entre l'espace non creusé 44 et son bord aval 45, un espace creusé 442.
- [0199] De manière préférée, l'espace 44 entre le motif de la deuxième rangée 32 et le bord aval 45 comprend une portion non creusée 44 de la surface interne S_{int} du secteur d'anneau interne 13, et une portion 442 formant un chanfrein, c'est-à-dire dont la profondeur augmente.
- [0200] Ce mode de réalisation permet de réduire l'hétérogénéité de pression en sortie du joint d'étanchéité.
- [0201] Comme discuté plus haut, les motifs sont de forme longiligne, et sont obliques par rapport à la direction axiale D_A , c'est-à-dire présente avec cette direction une inclinaison α .
- [0202] Le flux d'air F n'est pas aligné avec la direction axiale, mais présente une vitesse tangentielle non nulle, qui correspond à celle qu'il a en pratique lorsque la surface plane en regard du joint 500 est mise en rotation dans la direction circonférentielle D_C .

- [0203] Dans un mode de réalisation, la largeur d'un motif peut être supérieure ou égale à 0,5 mm.
- [0204] Dans un mode de réalisation la largeur d'un motif peut être comprise entre 0,5 et 5,0 mm voire entre 2,0 mm et 5,0 mm.
- [0205] De préférence, la largeur d'un motif 31 de la première rangée et la largeur L10 d'un motif 32 de la deuxième rangée est identique.
- [0206] Dans le cas représenté où la largeur d'un motif varie, on peut considérer de préférence que la largeur du motif est la largeur au point le plus large du motif, par exemple la largeur de l'extrémité aval du motif.
- [0207] Ainsi que cela est figuré sur la [Fig.4], les première et deuxième rangées peuvent ne pas avoir le même nombre de motifs.
- [0208] Dans un mode de réalisation, l'angle d'inclinaison α est compris entre 30° et 90°.
- [0209] Cette inclinaison permet d'augmenter la longueur des motifs creusés sur la surface interne S_{int} du secteur d'anneau interne 13.
- [0210] Il est figuré sur la [Fig.4] que les motifs 32 de la deuxième rangée sont décalés d'une demi-largeur environ par rapport aux motifs 31 de la première rangée.
- [0211] Bien que les figures ne soient ni à l'échelle, ni même à l'échelle relative, dans un mode de réalisation les motifs 32 de la deuxième rangée sont effectivement décalés par rapport aux motifs 31 de la première rangée, par exemple d'une demi-largeur de motif environ.
- [0212] Ce décalage permet d'assurer que l'air détourné par un motif 31 de la première rangée de motifs passe alors par un motif 32 de la deuxième rangée de motifs.
- [0213] Le chemin suivi par le flux d'air F passant par les motifs est figuré par des flèches sur la [Fig.4].
- [0214] Comme décrit plus haut, la longueur L9 du motif 32 de la deuxième rangée peut représenter entre 40% et 50% de la largeur de la surface interne S_{int} du secteur d'anneau interne 13 parcourue dans la direction de la longueur des motifs.
- [0215] L'encart de la [Fig.4] permet en outre de faire figurer l'angle δ de la portion amont du motif 32 de la deuxième rangée de motifs.
- [0216] La [Fig.4] figure enfin ce qui est entendu par la largeur du motif 32 de la deuxième rangée de motifs et cette dernière est repérée par la longueur L10.
- [0217] Dans un mode de réalisation L10 peut être inférieure ou égale à quatre fois D2, par exemple inférieure ou égale à 5,0 mm, par exemple comprise entre 2,0 et 5,0 mm.
- [0218] La [Fig.5] décrit un joint d'étanchéité qui comprend plusieurs secteurs de joint d'étanchéité. Comme illustré, le secteur d'anneau externe 11 peut être commun à plusieurs secteurs du joint d'étanchéité, voire à tous les secteurs du joint d'étanchéité.
- [0219] Pour des raisons de représentation, la surface externe en regard du joint d'étanchéité n'est pas représentée sur la [Fig.5].

- [0220] Dans un mode de réalisation et ainsi qu'il peut être observé sur la [Fig.5], l'ensemble des secteurs de joints d'étanchéité, et plus précisément des secteurs d'anneaux interne et externe permet de donner au joint d'étanchéité tout entier une forme annulaire.
- [0221] La [Fig.5] fait également figurer l'espace circonférentiel entre deux secteurs de joints d'étanchéité 21, et montre que l'organe de rappel 12 peut comprendre un bras externe 12a et un bras interne 12b.
- [0222] La [Fig.5] illustre en outre un organe d'étanchéité secondaire 14 tel qu'il a été décrit plus haut. L'organe d'étanchéité secondaire peut comprendre une pluralité d'éléments répartis circonférentiellement.
- [0223] Bien que la représentation de l'organe d'étanchéité secondaire 14 soit tronquée sur la [Fig.5] pour rendre visibles les éléments 11 et 12, l'organe d'étanchéité secondaire 14 peut recouvrir toute la circonférence d'un joint tel que décrit plus haut.
- [0224] Par exemple, il peut y avoir autant, plus ou moins de portions d'organe d'étanchéité secondaire que de secteurs de joint d'étanchéité.
- [0225] En outre, la [Fig.5] illustre les premières ouvertures 502 et deuxièmes ouvertures 503 des canaux, visibles ici respectivement sur la face amont des secteurs d'anneaux interne 13, et sur la surface interne S_{in} des secteurs d'anneaux interne.
- [0226] La [Fig.6] représente une portion de la turbomachine visible sur la [Fig.1], et illustre que cette dernière peut être munie de joints d'étanchéité conformes à ceux décrits plus haut.
- [0227] Dans le mode de réalisation représenté, la portion de turbomachine présente trois joints d'étanchéité : un joint d'étanchéité intérieur amont 62 (« FIS »), un joint d'étanchéité extérieur amont 63 (« FOS ») et un premier joint d'étanchéité en aval du compresseur à haute pression 61 (« CDP »).
- [0228] De tels joints sont maintenant décrits en lien avec la [Fig.6] qui n'est qu'un exemple de configuration pour un chemin de refroidissement de l'air dans une turbomachine, et l'homme du métier parviendra à identifier un joint d'étanchéité extérieur amont 63 (« FOS ») un joint d'étanchéité interne amont 62 (« FOS ») et un premier joint d'étanchéité en aval d'un compresseur à haute pression 61 (« CDP ») dans d'autres géométries du circuit de refroidissement.
- [0229] La [Fig.6] représente un schéma d'un circuit de refroidissement d'une turbomachine.
- [0230] Dans le mode de réalisation représenté, de l'air est prélevé en aval du dernier disque de compresseur 401 ainsi qu'en dessous de la chambre de combustion 5.
- [0231] L'air prélevé en aval du dernier disque de compresseur 401 traverse en premier le joint d'étanchéité 61, lequel est situé radialement sous l'entrée de la chambre de combustion 5.
- [0232] Le joint d'étanchéité 61 définit la quantité d'air pour le circuit de refroidissement 401 prélevé en aval du dernier disque du compresseur haute pression 4.

- [0233] L'air prélevé en dessous de la chambre de combustion peut par exemple être prélevé par une embouchure d'air, débouchant dans un logement compris entre le joint d'étanchéité extérieur amont 63 et le joint d'étanchéité interne amont 62.
- [0234] Sur la [Fig.6], ces deux joints d'étanchéité délimitent respectivement l'entrée et la sortie d'un tel logement.
- [0235] Le joint d'étanchéité 62 est traversé par l'air provenant du compresseur haute pression 401 souhaitant entrer dans ce logement, et qu'il serve ensuite au circuit de refroidissement 82 ou qu'il soit destiné au circuit de purge 81.
- [0236] Le joint d'étanchéité 63 lui délimite la sortie du logement d'admission d'air, et limite le flux d'air rejoignant le circuit de purge 81.
- [0237] Par exemple, le joint d'étanchéité 62 peut être localisé radialement sous l'embouchure d'admission d'air, tandis que le joint d'étanchéité 63 peut être localisé sous le premier distributeur de la turbine haute pression 701.
- [0238] Sur la [Fig.6], le circuit de purge débouche entre le distributeur haute pression 701 et la première aube de rotor haute pression 702.
- [0239] Dans le mode de réalisation représenté, on notera que la surface en regard des joints d'étanchéité 62 et 63 est une surface externe d'un étage du rotor de la turbine haute pression.
- [0240] La [Fig.6] montre une turbomachine pour laquelle les trois joints d'étanchéité particuliers 61, 62, 63 sont tels que décrits plus haut mais on ne sort pas du cadre de l'invention si seul l'un de ces joints d'étanchéité est conforme à ce qui est décrit plus haut.
- [0241] Dans la suite, le joint d'étanchéité 61 sera décrit, mais il convient de noter que ce qui est décrit pour ce joint d'étanchéité peut également être appliqué aux autres joints d'étanchéité.
- [0242] Dans un mode de réalisation, qui est celui représenté, la surface 500 en regard du joint d'étanchéité comprend une rainure remplie d'un vernis 51.
- [0243] Ce mode de réalisation permet d'assurer qu'en fonctionnement anormal, et s'il venait à entrer en contact avec la surface en regard du joint d'étanchéité, la surface interne du joint d'étanchéité n'abîme pas la surface 500 elle-même mais seulement le vernis 51.
- [0244] En outre, le vernis 51 peut être transparent, ce qui permet alors un contrôle encore plus facilité dans la mesure où la surface 500 est visible sous le vernis et l'on peut constater visuellement, sans avoir à retirer le vernis, si l'utilisation du joint d'étanchéité a ou non causé une quelconque dégradation de la surface 500 en regard.
- [0245] Dans un mode de réalisation, la surface 500 en regard du joint d'étanchéité, qu'elle soit ou non munie d'une rainure et de vernis 51 peut être en liaison avec une masselotte 58.
- [0246] Ce mode de réalisation assure que la surface en regard du joint d'étanchéité 500 reste

plane tout au long du fonctionnement du joint d'étanchéité et minimise le risque que le secteur d'anneau interne 13 du joint d'étanchéité 100 rentre en contact avec la surface 500 en regard.

- [0247] Sur la [Fig.6], le flux d'air traversant les joints d'étanchéité est figuré par des flèches, et l'axe A de la turbomachine est également présent.
- [0248] La [Fig.6] montre comment l'air 401 prélevé en sortie du compresseur haute pression 4 peut atteindre une aube mobile 702 de la partie chaude de la turbomachine, ici de la turbine haute pression 6, disposée après la chambre de combustion 5. Dans un mode alternatif, l'air peut également ressortir du circuit du refroidissement par la sortie de purge 81, après avoir traversé les joints d'étanchéité intérieur amont 62 et extérieur amont 63.
- [0249] Une partie de l'air de refroidissement passe via le chemin 82 pour être injecté directement dans le circuit de refroidissement d'une aube mobile 702 de la partie chaude de la turbomachine, ici une aube mobile 702 de la turbine haute pression.
- [0250] La sortie de purge du circuit de refroidissement est ici située entre une aube fixe 701 et une aube mobile 702 de la turbine haute pression 6.
- [0251] La [Fig.6] illustre également que la surface 500 en regard du joint d'étanchéité peut être une surface d'un rotor monté rotatif autour de l'axe A. Par exemple, la surface 500 peut être une surface du rotor de la turbine haute pression 6.

Revendications

- [Revendication 1] Joint d'étanchéité configuré pour assurer un jeu prédéfini (j) entre ledit joint d'étanchéité et une surface externe (500) d'un rotor monté rotatif autour d'un axe A et disposée en regard du joint, l'axe A définissant une direction axiale (D_A), le joint d'étanchéité s'étendant circonférentiellement autour de l'axe A et comprenant une pluralité de secteurs de joints répartis circonférentiellement autour de l'axe A, chaque secteur de joint d'étanchéité comprenant, radialement vis-à-vis de l'axe A, un secteur d'anneau interne (13) relié à un secteur d'anneau externe (11) par un organe de rappel (12),
le joint d'étanchéité étant caractérisé en ce que la surface radialement interne (S_{int}) de chaque secteur d'anneau interne (13) comprend au moins un motif (31, 32) creusés à partir de la surface radialement interne des secteurs d'anneau interne,
le secteur d'anneau interne (13) comprenant en outre au moins un canal (501) reliant une première ouverture (502) qui débouche sur la face amont du secteur d'anneau interne et une deuxième ouverture (503) qui débouche dans un des motifs creusés à partir de la surface radialement interne (S_{int}) des secteurs d'anneau interne.
- [Revendication 2] Joint d'étanchéité selon la revendication 1, dans lequel la surface radialement interne de chaque secteur d'anneau interne comprend au moins deux rangées de motifs chacun des motifs ayant une forme longiligne s'étendant selon une direction oblique par rapport à la direction axiale et étant séparé d'un autre motif par une portion non creusée de la surface interne.
- [Revendication 3] Joint d'étanchéité selon la revendication 1 à 2, dans lequel l'angle d'inclinaison de chaque motif (α) par rapport à la direction axiale est supérieur ou égal à 30° .
- [Revendication 4] Joint d'étanchéité selon la revendication 1 à 3, dans lequel le diamètre du canal (501) augmente entre la première (502) et la deuxième ouverture (503).
- [Revendication 5] Joint d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans lequel la surface radialement interne (S_{int}) de chacun des secteurs d'anneaux interne (13) comprend une première et une deuxième rangée de motifs, et dans lequel chaque motif (31) de la première rangée de motifs présente une zone aval (312) plane de profondeur constante (H2) et non nulle et une zone amont de motif (311) dans laquelle la

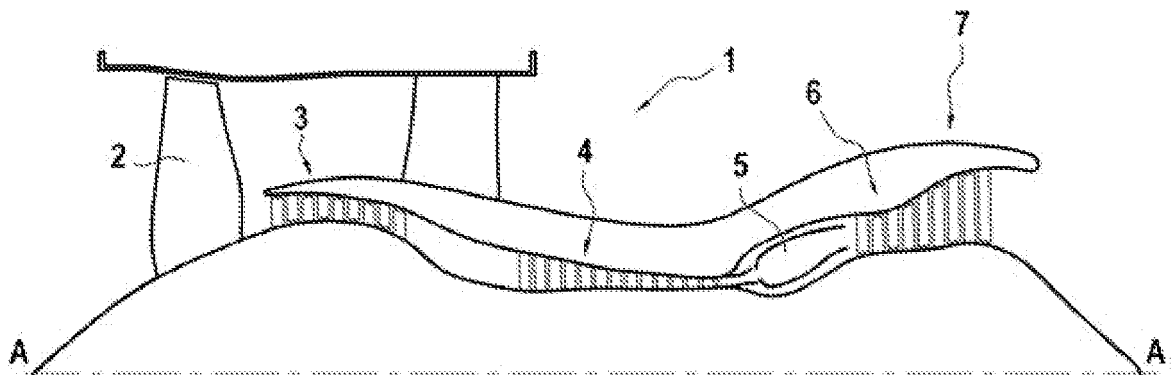
profondeur varie de façon décroissante en restant supérieure à la profondeur constante de la zone aval de motif.

- [Revendication 6] Joint d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans lequel la surface radialement interne (S_{int}) de chacun des secteurs d'anneaux interne (13) comprend une première et une deuxième rangée de motifs, les motifs de la première rangée de motifs étant décalés dans la direction circonférentielle (D_C) vis-à-vis des motifs de la deuxième rangée de motifs.
- [Revendication 7] Joint d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, dans lequel la surface radialement interne (S_{int}) de chacun des secteurs d'anneaux interne (13) comprend une première et une deuxième rangée de motifs, et dans lequel chaque motif (32) de la deuxième rangée de motifs est relié à au moins un canal (501) reliant une première ouverture (502) qui débouche sur la face amont du secteur d'anneau interne et une deuxième ouverture (503) qui débouche dans le motif.
- [Revendication 8] Joint d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, dans lequel la surface radialement interne (S_{int}) de chacun des secteurs d'anneaux interne (13) comprend une première et une deuxième rangée de motifs et dans lequel la largeur (L_{10}) de l'extrémité aval des motifs (32) de la deuxième rangée de motifs est supérieure ou égale à 4 fois le diamètre (D_2) de la deuxième ouverture (503).
- [Revendication 9] Joint d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, dans lequel la surface radialement interne (S_{int}) de chacun des secteurs d'anneaux interne (13) comprend une première et une deuxième rangée de motifs et dans lequel les motifs (32) de la deuxième rangée de motifs comprenant une deuxième ouverture (503) ont une portion amont évasée s'inscrivant dans un cône dont l'angle est compris entre 10° et 45° .
- [Revendication 10] Joint d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel le canal comprend un coude formant un angle (γ) compris entre 60° et 90° .
- [Revendication 11] Turbomachine comprenant au moins un joint d'étanchéité selon l'une des revendications 1 à 10.
- [Revendication 12] Turbomachine aéronautique dans laquelle au moins un joint d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 est disposé sur un circuit d'acheminement de l'air de refroidissement, ledit circuit d'acheminement de l'air de refroidissement comprenant une entrée prélevant l'air (401) en aval du dernier disque d'un compresseur haute pression (4) et une entrée prélevant l'air radialement sous une chambre

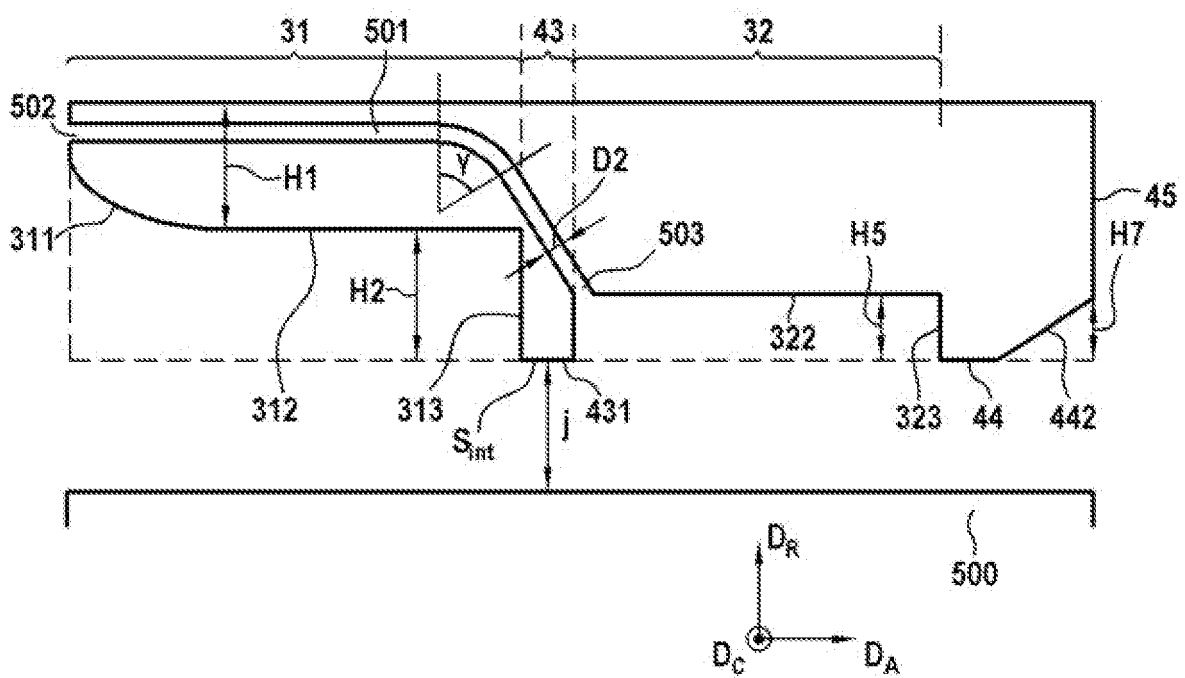
de combustion (5) qui prend la forme d'une embouchure d'air débouchant dans un logement d'admission d'air en communication avec le circuit d'acheminement de l'air de refroidissement et le joint d'étanchéité étant choisi parmi :

- un joint d'étanchéité amont (61) situé en aval du compresseur à haute pression traversé par l'air prélevé en aval du dernier disque du compresseur haute pression ;
- un joint d'étanchéité interne aval (62) définissant l'entrée dudit logement d'admission d'air et disposé radialement sous l'embouchure d'admission d'air ; et/ou
- un joint d'étanchéité extérieur aval (63) définissant la sortie dudit logement d'admission d'air et disposé radialement sous un distributeur haute pression (701).

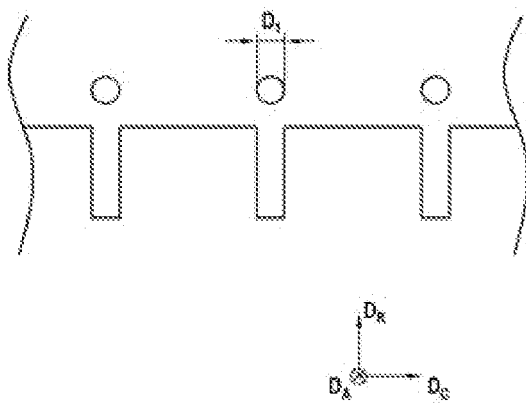
[Fig. 1]



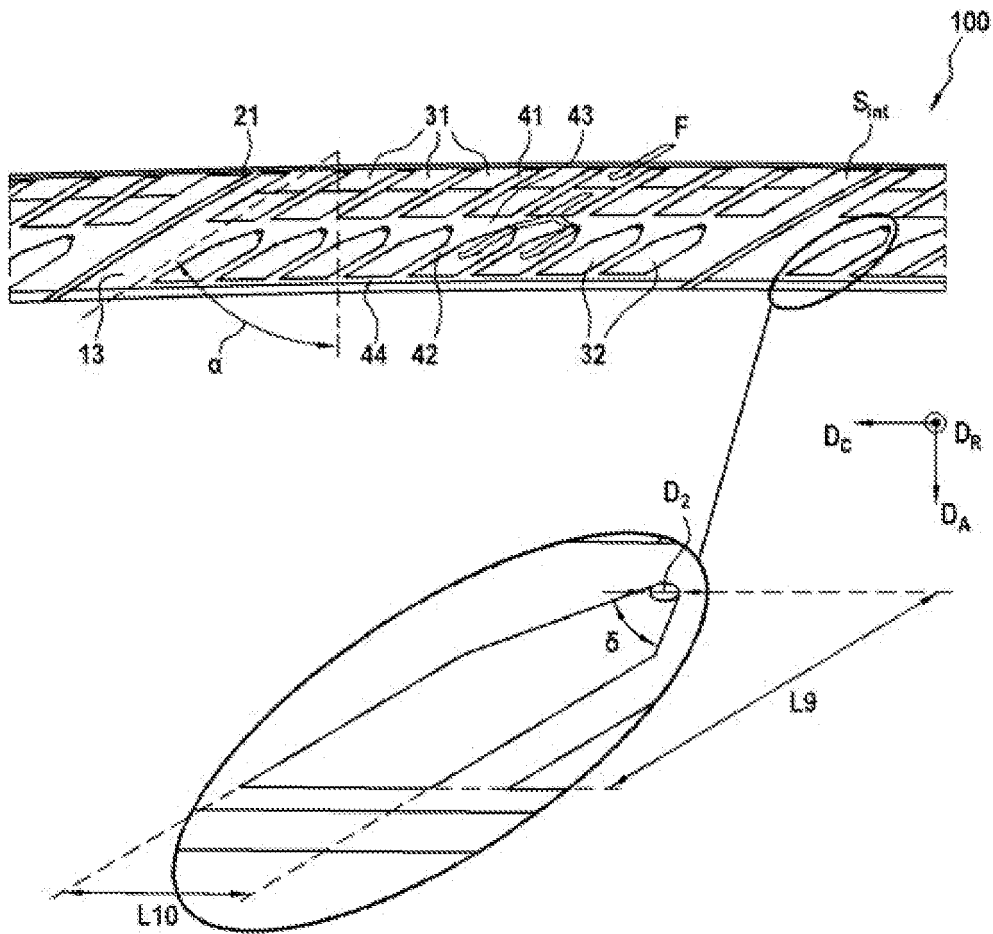
[Fig. 2]



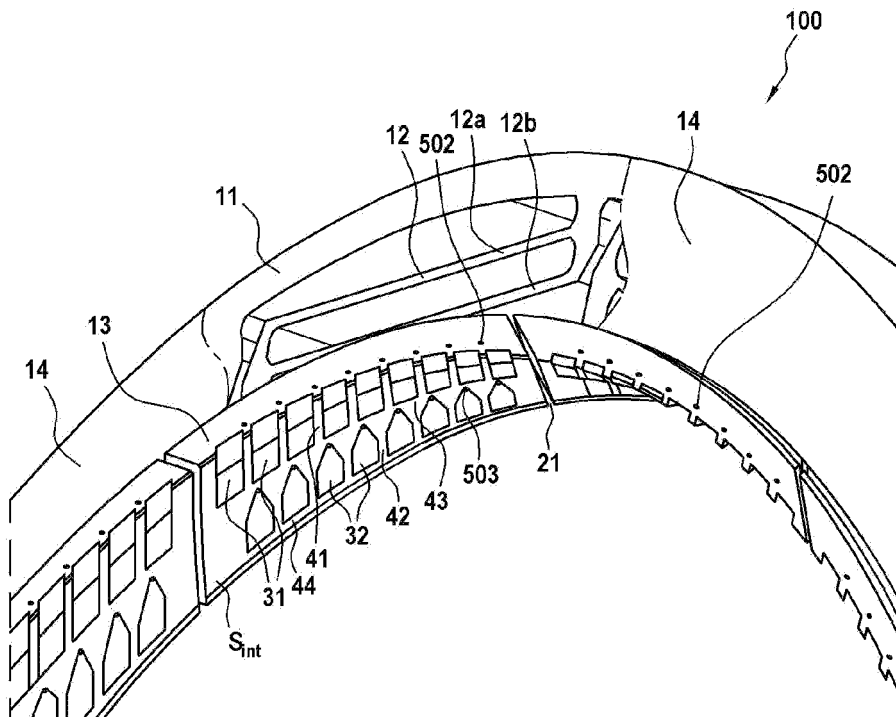
[Fig. 3]



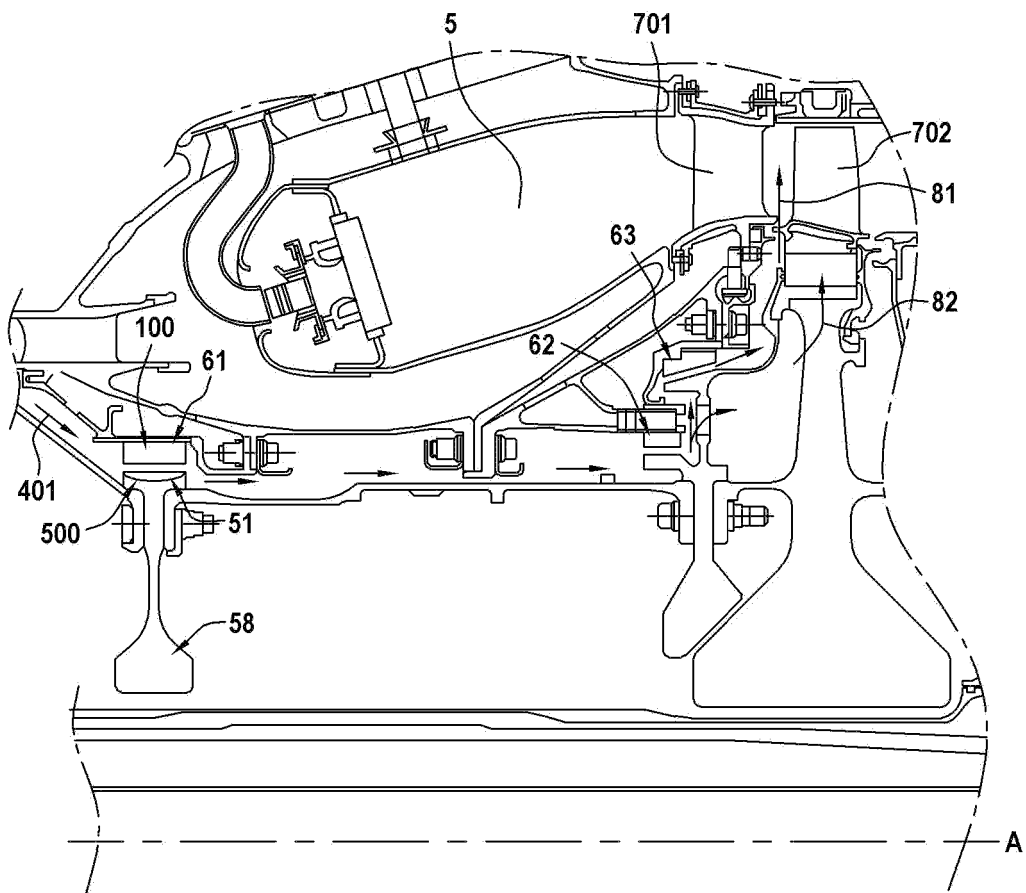
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.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'ETABLISSEMENT DU PRESENT 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 CITES DANS LE PRESENT 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

NEANT

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

EP 3 889 475 A1 (RAYTHEON TECH CORP [US])
6 octobre 2021 (2021-10-06)

US 2017/226883 A1 (PETERS CHRISTOPHER J
[US]) 10 août 2017 (2017-08-10)

US 2008/265513 A1 (JUSTAK JOHN F [US])
30 octobre 2008 (2008-10-30)

EP 3 418 610 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP
[US]) 26 décembre 2018 (2018-12-26)

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

NEANT