



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
27.01.2016 Bulletin 2016/04

(51) Int Cl.:
F01D 11/00 (2006.01) F01D 9/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14178502.2**

(22) Date de dépôt: **25.07.2014**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(72) Inventeur: **Englebert, Eric**
4530 Villers-Le-Bouillet (BE)

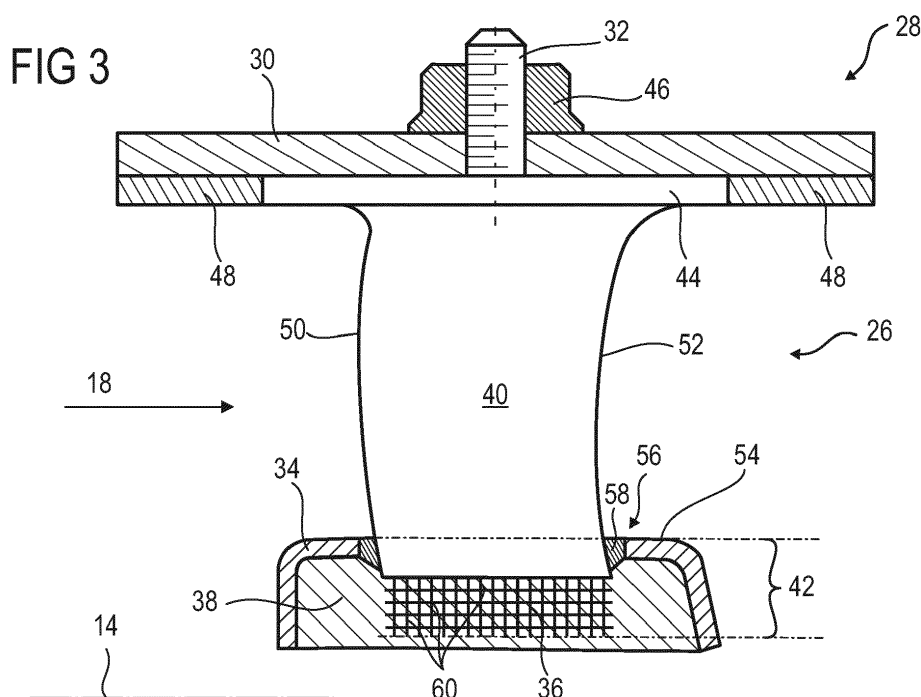
(74) Mandataire: **Lecomte & Partners**
P.O. Box 1623
1016 Luxembourg (LU)

(71) Demandeur: **Techspace Aero S.A.**
4041 Herstal (Milmort) (BE)

(54) **Aube avec treillis scellé dans virole de compresseur de turbomachine axiale et turbomachine associée**

(57) L'invention a trait à un stator (28) de compresseur de turbomachine axiale. Le stator (28) comprend une paroi circulaire (34), telle une virole interne (34), avec une surface de guidage (54) pour guider le flux primaire (18) de la turbomachine. Le stator inclut par ailleurs une rangée circulaire d'aubes statoriques (26), chacune d'elles comprend une pale (40) s'étendant radialement dans le flux primaire (18) de la turbomachine, et une portion d'ancrage (42). La portion d'ancrage (42) de l'aube com-

prend un treillis (36) avec des tiges, ancré et/ou scellé dans la virole (34) de sorte à fixer les aubes (26) à la virole via les treillis (36). Le stator (28) comprend un joint (38) en matériau abrasable disposé à l'intérieur de la virole interne (34), et dans lequel est ancré le treillis (36) de sorte à assurer une rétention, une fixation entre l'aube (26) et la virole interne (34). L'aube est réalisée par fabrication additive.



Description

Domaine technique

[0001] L'invention a trait à un étage statorique de turbomachine axiale. Plus précisément, l'invention a trait à la fixation entre une virole et une aube statorique de turbomachine axiale. L'invention a également trait à une turbomachine axiale munie d'une aube statorique.

Technique antérieure

[0002] Une turbomachine offre un travail mécanique grâce aux flux gazeux qui la traversent. Ces flux sont guidés par des carters et des séries de viroles internes. Les viroles internes sont généralement reliées au carter de la turbomachine via les aubes statoriques. Ces dernières présentent des extrémités internes avec des portions de fixation auxquelles sont liées les viroles. Il est par exemple connu d'ancrer une virole à une rangée annulaire d'aubes à l'aide d'une baguette de rétention.

[0003] Le document EP 2 735 707 A1 divulgue un redresseur de compresseur de turbomachine axiale. Le redresseur comprend un carter externe, une rangée annulaire d'aubes s'étendant radialement depuis le carter, et une virole interne reliée aux extrémités internes des aubes. Ces extrémités d'aubes présentent chacune un crochet de rétention dans lequel est engagée une baguette de rétention. La baguette et les crochets sont noyés dans une couche d'abradable appliquée à l'intérieur de l'aube, ce qui permet la rétention de la virole. La rétention apportée par cette architecture est forte ; elle est particulièrement résistante aux ingestions. Cependant, elle nécessite l'ajout d'une baguette de rétention qui augmente les coûts d'assemblage et alourdit le redresseur. Dans le contexte d'une virole segmentée, la virole peut basculer autour de la baguette. L'abradable enveloppant la baguette au niveau de la baguette est alors fortement sollicité et peut se dégrader.

Résumé de l'invention

Problème technique

[0004] L'invention a pour objectif de résoudre au moins un des problèmes posés par l'art antérieur. Plus précisément, l'invention a pour objectif d'améliorer l'ancrage entre une aube et une paroi. L'invention a également pour objectif de réduire les coûts d'assemblage d'un stator avec une paroi liée à des aubes tout en améliorant l'ancrage et en optimisant la répartition des efforts entre une aube et une paroi.

Solution technique

[0005] L'invention a pour objet un stator de turbomachine axiale, notamment de compresseur, le stator comprenant : une paroi circulaire ou en arc de cercle, la

paroi comportant une surface de guidage destinée à guider un flux de la turbomachine ; une rangée circulaire ou semi-circulaire d'aubes statoriques, au moins une des aubes statoriques comprenant une pale destinée à s'étendre radialement dans le flux depuis la surface de guidage et une portion d'ancrage s'étendant depuis la surface de guidage à l'opposé radialement de la pale ; remarquable en ce que la portion d'ancrage de l'aube comprend un treillis ancré à la paroi de sorte à fixer ladite aube à la paroi via le treillis.

[0006] Selon un mode avantageux de l'invention, le treillis est un treillis tridimensionnel avec des tiges entrecroisées et jointes les unes aux autres de sorte à former des mailles, le treillis comprenant plusieurs mailles suivant l'épaisseur et/ou la longueur de la pale et/ou suivant la direction radiale.

[0007] Selon un mode avantageux de l'invention, la au moins une aube comprend un bord d'attaque, un bord de fuite, une surface intrados et une surface extrados, la surface intrados et la surface extrados s'étendant du bord d'attaque au bord de fuite ; et le treillis s'étendant du bord d'attaque au bord de fuite de la pale, et de la surface intrados à la surface extrados.

[0008] Selon un mode avantageux de l'invention, la paroi est une virole interne ou un segment de virole interne, préférentiellement la virole interne et/ou la paroi est réalisée en un matériau composite à matrice organique.

[0009] Selon un mode avantageux de l'invention, la paroi comprend au moins une ouverture dans laquelle est disposée la portion d'ancrage, préférentiellement le treillis dépasse radialement de l'ouverture, plus préférentiellement le treillis est à distance radialement de l'ouverture.

[0010] Selon un mode avantageux de l'invention, la paroi est venue de matière et est formée d'un matériau qui comble le treillis.

[0011] Selon un mode avantageux de l'invention, le stator comprend un joint d'étanchéité placé contre la paroi à l'opposé radialement de la surface de guidage, le treillis étant au moins partiellement ancré dans l'épaisseur radiale du joint, éventuellement le joint comprend une matrice et des billes en contact du treillis.

[0012] Selon un mode avantageux de l'invention, le joint comprend une couche de matériau abradable destiné à coopérer par abrasion avec le rotor de la turbomachine, le treillis étant au moins partiellement disposé dans l'épaisseur radiale de la couche d'abradable, éventuellement la couche d'abradable comprend un matériau silicone.

[0013] Selon un mode avantageux de l'invention, le treillis s'étend sur la majorité de la longueur axiale de la paroi et/ou de la hauteur radiale de la paroi.

[0014] Selon un mode avantageux de l'invention, la pale comprend un corps plein qui s'étend sur la majorité de sa hauteur radiale, préférentiellement au moins sur la totalité de sa hauteur radiale.

[0015] Selon un mode avantageux de l'invention, le

treillis comprend une compacité inférieure à 60%, préférentiellement inférieure à 30%, plus préférentiellement inférieure à 10%.

[0016] Selon un mode avantageux de l'invention, la portion d'ancrage est une première portion d'ancrage, et le treillis est un premier treillis, la paroi est une première paroi, la au moins une aube comprenant en outre une deuxième portion d'ancrage avec un deuxième treillis radialement opposé au premier treillis par rapport à la pale et ancré dans une deuxième paroi qui est concentrique à la première paroi.

[0017] Selon un mode avantageux de l'invention, l'aube comprend une plateforme de fixation, éventuellement avec un axe de fixation, disposée radialement à l'opposé du treillis par rapport à la pale ; préférentiellement le stator comprend un carter externe, la plateforme étant fixée audit carter externe.

[0018] Selon un mode avantageux de l'invention, la pale, le treillis, et éventuellement la plateforme de fixation, sont venus de matière et sont réalisés par fabrication additive, préférentiellement à base de poudre de titane.

[0019] Selon un mode avantageux de l'invention, la surface de guidage étant à hauteur radialement entre la pale et la portion d'ancrage.

[0020] Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque portion d'ancrage est jointe à une pale.

[0021] Selon un mode avantageux de l'invention, la paroi comprend une moitié axiale amont et une moitié axiale aval, préférentiellement le treillis est à distance axialement de l'une des moitiés axiales, éventuellement à distance de la moitié amont.

[0022] Selon un mode avantageux de l'invention, la paroi peut être annulaire ou généralement tubulaire, ou former une portion angulaire d'anneau ou de tube.

[0023] Selon un mode avantageux de l'invention, la portion d'ancrage comprend un réseau de canaux traversant la portion d'ancrage et le treillis, éventuellement axialement et/ou latéralement.

[0024] Selon un mode avantageux de l'invention, le treillis comprend un maillage régulier ; ou le maillage est variable, éventuellement le maillage se densifie en direction radialement de la pale, ou se densifie au voisinage du bord d'attaque ou du bord de fuite.

[0025] Selon un mode avantageux de l'invention, le treillis et la paroi sont réalisés en des matériaux différents.

[0026] Selon un mode avantageux de l'invention, le treillis est comblé par un matériau polymère, telle une résine élastomère.

[0027] Selon un mode avantageux de l'invention, le treillis comprend au moins une tige s'étendant sur la majorité, préférentiellement la totalité de la longueur ou de la largeur de l'aube.

[0028] Selon un mode avantageux de l'invention, le treillis comprend au moins deux jeux, préférentiellement au moins trois jeux de tiges parallèles, chaque jeu comprenant des tiges perpendiculaires aux tiges des autres

jeux.

[0029] Selon un mode avantageux de l'invention, le treillis comprend au moins quatre jeux de tiges parallèles, chaque jeu comprenant des tiges orientées à 60° par rapport aux tiges des autres jeux.

[0030] Selon un mode avantageux de l'invention, le treillis s'étend sur la majorité, préférentiellement sur la totalité, de la longueur axiale et/ou de l'épaisseur de la pale.

[0031] Selon un mode avantageux de l'invention, dans l'état non ancré à la virole, le treillis est majoritairement vide, préférentiellement vide à 75%, plus préférentiellement vide à 90%.

[0032] La compacité du treillis est entendue comme le rapport entre le volume qui est occupé par le matériau formant le treillis et le volume total dans lequel le treillis est disposé.

[0033] Selon un mode avantageux de l'invention, le treillis est moins long axialement que l'ouverture ou que chaque ouverture.

[0034] Selon un mode avantageux de l'invention, la pale et chaque portion d'ancrage forment un empilement radial.

[0035] L'invention a également pour objet une turbomachine, comprenant un stator, remarquable en ce que le stator est conforme à l'invention éventuellement la paroi comprend une moitié axiale amont et une moitié axiale aval, préférentiellement le treillis est à distance axialement de l'une des moitiés axiales, éventuellement à distance de la moitié amont.

Avantages apportés

[0036] L'invention permet d'améliorer la stabilité de l'ancrage entre une aube et une paroi. L'invention augmente et répartit la surface de contact entre la portion d'ancrage et la paroi ; éventuellement via le joint, si bien que les viroles inclinées et asymétriques comme sur le premier redresseur et sur le dernier redresseur sont d'avantage stables. Le treillis répartit les efforts entre l'aube et la paroi. Sa compacité inférieure à celle de la pale réduit la masse du stator.

[0037] Le treillis forme une zone de moindre raideur dans l'aube, il est plus souple et peut absorber, amortir un choc en limitant l'énergie transmise à la paroi. Les tiges peuvent être inclinées par rapport à la direction radiale pour favoriser l'allongement radial du treillis et encore réduire l'énergie transmise en cas d'effort d'arrachement radial. Par ce biais, la rétention et la fixation deviennent plus sûrs.

[0038] L'emploi d'un treillis est compatible à un moulage d'une paroi ou d'un joint sur les portions d'ancrage. Cette solution réduit les coûts d'assemblage pour une résistance de rétention donnée.

Brève description des dessins

[0039]

La figure 1 représente une turbomachine axiale selon l'invention.

La figure 2 est un schéma d'un compresseur de turbomachine selon l'invention.

La figure 3 illustre une section d'un stator de turbomachine selon l'invention vu de profil.

La figure 4 ébauche une coupe d'une portion de stator de turbomachine selon l'invention observé axialement.

Description des modes de réalisation

[0040] Dans la description qui va suivre, les termes intérieur ou interne et extérieur ou externe renvoient à un positionnement par rapport à l'axe de rotation d'une turbomachine axiale.

[0041] La figure 1 représente de manière simplifiée une turbomachine axiale. Il s'agit dans ce cas précis d'un turboréacteur double-flux. Le turboréacteur 2 comprend un premier niveau de compression, dit compresseur basse-pression 4, un deuxième niveau de compression, dit compresseur haute-pression 6, une chambre de combustion 8 et un ou plusieurs niveaux de turbines 10. En fonctionnement, la puissance mécanique de la turbine 10 transmise via l'arbre central jusqu'au rotor 12 met en mouvement les deux compresseurs 4 et 6. Des moyens de démultiplication peuvent augmenter la vitesse de rotation transmise aux compresseurs. Ou encore, les différents étages de turbines peuvent chacun être reliés aux étages de compresseur via des arbres concentriques. Ces derniers comportent plusieurs rangées d'aubes de rotor associées à des rangées d'aubes de stators. La rotation du rotor autour de son axe de rotation 14 permet ainsi de générer un débit d'air et de comprimer progressivement ce dernier jusqu'à l'entrée de la chambre de combustion 8.

[0042] Un ventilateur d'entrée communément désigné fan ou soufflante 16 est couplé au rotor 12 et génère un flux d'air qui se divise en un flux primaire 18 traversant les différents niveaux sus mentionnés de la turbomachine, et un flux secondaire 20 traversant un conduit annulaire (partiellement représenté) le long de la machine pour ensuite rejoindre le flux primaire en sortie de turbine. Le flux secondaire peut être accéléré de sorte à générer une réaction. Les flux primaire 18 et secondaire 20 sont des flux annulaires, ils sont canalisés par le carter de la turbomachine. A cet effet, le carter présente des parois cylindriques ou viroles qui peuvent être internes et externes.

[0043] La figure 2 est une vue en coupe d'un compresseur d'une turbomachine axiale 2 telle que celle de la figure 1. Le compresseur peut être un compresseur basse-pression 4. On peut y observer une partie du fan 16 et le bec de séparation 22 du flux primaire 18 et du flux secondaire 20. Le rotor 12 comprend plusieurs rangées d'aubes rotoriques 24, en l'occurrence trois.

[0044] Le compresseur 4 comprend plusieurs redresseurs, en l'occurrence quatre, qui contiennent chacun

une rangée d'aubes statoriques 26. Les redresseurs sont associés au fan 16 ou à une rangée d'aubes rotoriques 24 pour redresser le flux d'air, de sorte à convertir la vitesse du flux en pression.

[0045] Le compresseur comprend un stator 28, éventuellement avec un carter externe 30 qui forme une cloison supportant le bec de séparation 22. La cloison supporte les redresseurs et des couches annulaires de matériaux abrasables disposées entre les redresseurs. Le carter externe 30 peut présenter une forme circulaire ou annulaire et/ou être formé de demi-coquilles. Il peut être réalisé en matériau composite à matrice organique. Les aubes statoriques 26 s'étendent essentiellement radialement depuis la cloison du carter extérieur 30, et peuvent y être fixées à l'aide d'un axe 32 traversant.

[0046] Le stator 28 comprend au moins une paroi 34, préférentiellement plusieurs parois, telles des viroles internes 34, reliées aux extrémités internes des aubes statoriques 26 via des portions d'ancrage. La paroi 34 et le carter externe 30 sont concentriques. La portion d'ancrage d'au moins une aube statorique 26 comprend un treillis 36, préférentiellement chaque aube d'une rangée d'aubes statoriques 26 comprend une portion d'ancrage avec un treillis 36, plus préférentiellement chaque aube statorique 26 d'au moins un compresseur 4 de la turbomachine comprend une portion d'ancrage avec un treillis 36. Le ou chaque treillis 36 peut être ancré ou scellé à la paroi 34 et/ou à la virole interne 34.

[0047] Le stator 28 peut comprendre au moins un joint 38 associé à la paroi 34 ou à chaque paroi 34. Le ou au moins ou chaque treillis 36 peut être engagé dans le joint 38 afin de s'y ancrer et former une fixation entre une aube statorique 26 et le joint 38, et donc entre une aube statorique 26 et la paroi 34 associée. Le stator 28 représenté est celui du compresseur, mais l'invention pourrait tout aussi bien s'appliquer à un stator de turbine ou à un stator de soufflante de turbomachine.

[0048] La figure 3 représente le stator 28. On y observe une virole interne reliée au carter externe 30 via une aube statorique 26, le treillis 36 de l'aube se loge dans le joint 38.

[0049] L'aube ou chaque aube 26 comprend plusieurs portions radiales, dont une pale 40 s'étendant radialement dans le flux et au moins une portion d'ancrage 42. L'aube 26 peut éventuellement comprendre une plateforme de fixation 44 qui forme un support de montage. La plateforme 44 peut être fixée au carter externe 30 à l'aide de son axe de fixation 32 et d'un lockbolt 46, ou présenter des orifices coïncidant avec des orifices du carter externe. Elle peut être une plaque rectangulaire ou en parallélogramme, et peut être bordée axialement par des couches annulaires 48 de matériau abrasable en amont et en aval. La plateforme 44 peut être plaquée contre le carter externe 30, et/ou peut épouser le carter externe 30, éventuellement sur la majorité de la longueur. L'aube comprend un bord d'attaque 50 reliée au bord de fuite 52 par la surface intrados et la surface extrados. L'aube 26 peut être incurvée, cambrée.

[0050] La paroi 34 peut être la virole interne 34. La paroi peut comprendre une surface de guidage 54 pour guider et délimiter un flux, tel le flux primaire 18 de la turbomachine. Cette surface est généralement annulaire, éventuellement sensiblement cylindrique, et peut être segmentée angulairement. Elle s'étend tout le long de la pale 40, et peut s'étendre au-delà en amont et en aval.

[0051] La paroi 34 peut comprendre au moins une ouverture 56 ou une rangée d'ouvertures 56, chaque ouverture 56 recevant une portion d'ancrage 42 d'aube 26 en vue de sa fixation, notamment par ancrage. Cette fixation peut s'effectuer de différentes manières, par exemple avec une baguette. L'espace entre l'ouverture 56 que l'aube 26 traverse et la pale 40 peut être fermé à l'aide d'un cordon de silicone 58 pour éviter les fuites. La portion d'ancrage 42 peut comprendre une partie lisse pour coopérer avec le cordon 58, le treillis étant en retrait radialement par rapport au cordon 58 et/ou à l'ouverture 56. La pale 40 peut s'étendre radialement vers l'extérieur depuis la paroi 34, à partir d'une ouverture 56. Alternativement, la paroi peut comprendre des poches dans lesquelles sont ancrés les treillis.

[0052] La paroi peut présenter un voile avec un profil de révolution autour de l'axe de rotation 14 en forme de « U » inversé, avec une portion axiale, telle une manche, prolongée radialement et délimitée axialement par des portions radiales. Le voile peut délimiter un espace annulaire interne. La paroi 34 peut être métallique ou en matériau composite à matrice organique pour réduire la masse tout en optimisant la rigidité. La paroi 34 peut être circulaire ou former un arc de cercle. Elle peut être un segment de virole, c'est-à-dire avoir une forme de secteur angulaire de cercle. Dans ce cas, un stator forme un cercle grâce à plusieurs segments mis bout-à-bout.

[0053] Le stator 28 peut comprendre un joint d'étanchéité 38 annulaire ou semi-annulaire, disposé contre la paroi 34, à l'opposé de la pale 40 par rapport à la surface de guidage 54. Ce joint 38 peut être placé dans l'espace annulaire du voile de la paroi 34, et peut combler cet espace. Il peut envelopper les extrémités d'aubes 26 ou de pales 40, et pénétrer la ou chaque portion d'ancrage 42. Le joint 38 peut être un matériau élastomère qui forme une matrice, tel du silicone. Il peut être une couche annulaire de matériau abrasable apte à s'effriter en cas de contact avec le rotor. Il peut comprendre une matrice et des particules, telles des billes pour favoriser le caractère friable du joint. Ces billes peuvent coopérer avec le treillis et être configurées pour améliorer l'ancrage.

[0054] Le ou chaque treillis 36 peut former l'extrémité interne, la pointe de l'aube 26. Le ou chaque treillis 36 peut comprendre des tiges 60 reliées les unes aux autres. Elles peuvent être droites ou cintrées. Elles peuvent être liées les unes aux autres à leurs croisements. Les tiges 60 peuvent former des noeuds à leurs intersections, éventuellement intégrés dans leurs sections. Le treillis peut être monobloc.

[0055] Le ou chaque treillis 36 peut être plan, et/ou être formé selon une surface gauche, par exemple pa-

rallèlement au prolongement radial de la surface intrados ou de la surface extrados. Il peut être essentiellement bidirectionnel, par exemple en présentant des mailles plates formées par ses tiges 60. Le ou chaque treillis peut être tridimensionnel, et présenter des mailles polyédriques dont les arrêtes sont formées par les tiges 60. Les mailles peuvent être des tétraèdres et/ou des cubes. Ses tiges 60 peuvent être agencées selon au moins trois directions, par exemple perpendiculaires les unes aux autres. Les tiges 60 peuvent former des jeux de tiges 60 présentant des mêmes directions, et/ou des mêmes cin-
5
10

[0056] Le ou chaque treillis 36 peut s'étendre dans le prolongement radial de la pale 40. Il peut s'étendre entre le bord d'attaque 50 et le bord de fuite 52, éventuellement il dépasse de ces bords. Il peut s'étendre sur la majorité, préférentiellement sur la totalité de la corde de la pale 40 au niveau de la surface de guidage 54. Le ou chaque treillis 36 peut former plusieurs mailles le long de la pale 40, préférentiellement au moins dix mailles, plus préférentiellement au moins cinquante mailles. Le ou chaque treillis 36 peut s'étendre sur la majorité de la longueur axiale de la paroi 34. L'allongement axial du treillis 36 permet de limiter le basculement de la paroi 34 par rap-
15
20
25

port à l'aube 26, ce qui peut se produire lorsque la paroi est courte selon la circonférence. Au moins une tige 60 ou un jeu de tiges 60 peut s'étendre sur la majorité, éventuellement sur la totalité axiale de la pale 40 et/ou de la portion d'ancrage 42.

[0057] Le ou chaque treillis 36 peut présenter un maillage variable, hétérogène. Les mailles peuvent se resserrer vers la pale 40, et éventuellement au niveau du bord d'attaque 50 et du bord de fuite 52, par exemple pour augmenter les efforts que peuvent se transmettre les tiges 60 du treillis 36 en cas d'ingestion. Les tiges 60 peuvent se multiplier et/ou devenir plus fines vers l'intérieur. La compacité de chaque treillis 36 est inférieure à 90%, préférentiellement inférieure à 50%, plus préférentiellement inférieure à 5%. La compacité peut doubler d'un extrême à l'autre. Elle peut varier de 10%, préférentiellement de 30%. Alternativement, le maillage peut être constant, homogène, éventuellement localement.

[0058] Le ou chaque treillis 36 peut être ancré dans le joint 38 et/ou dans le matériau même formant la paroi 34 et la surface de guidage 54. Le treillis 36 est noyé dans le matériau du joint 38, les tiges 60 se mêlent au joint 38. Le joint 38 pénètre et occupe les mailles du treillis de sorte à les combler. De la sorte, le joint 38 remplit totale-
30
35
40
45

ment l'espace que le treillis, via ses tiges, n'occupe pas. Toutes ces propriétés du joint sont transposables au matériau de la paroi. Le joint 38 peut être moulé sur la paroi, ou encore projeté. Le treillis 36 peut s'étendre sur la majorité de l'épaisseur du profil de révolution du joint 36. Cette profondeur d'ancrage dans le joint améliore la rétention, et l'effet de scellement.

[0059] La figure 4 ébauche une portion du stator 28 de la turbomachine. Il est représenté une rangée d'aubes statoriques 26 qui fixent une paroi 34 à une autre paroi

30 par l'intermédiaire de treillis 36 solidaires du joint 38.

[0060] La rangée d'aubes peut être une rangée annulaire, ou semi-annulaire ; c'est-à-dire qui décrit un secteur angulaire d'un cercle. Les plateformes 44 peuvent être en contact les unes avec les autres grâce à leurs bords latéraux pour positionner les aubes 26, et donc la paroi 34. Au moins un ou chaque treillis 36 peut s'étendre radialement dans le prolongement de l'épaisseur de la pale 40, l'épaisseur pouvant être entendue selon la circonférence. Au moins un ou chaque treillis 36 peut prolonger le profil aérodynamique de la pale 40 au niveau de la surface de guidage 54, éventuellement en reproduisant l'aspect cambré dudit profil.

[0061] Au moins un ou chaque treillis 36 peut former plusieurs mailles selon l'épaisseur de la pale 40, par exemple au moins deux, préférentiellement au moins cinq, plus préférentiellement au moins dix mailles. Au moins un ou chaque treillis 36 peut présenter, au niveau radialement de son épaisseur maximale, plusieurs tiges qui s'étendent principalement axialement. Le treillis 36 peut être plus large que la pale 40 et moins large que l'ouverture 56 associée.

[0062] La hauteur d'au moins un ou de chaque treillis 36 peut être supérieure à l'épaisseur maximale de la pale 40, préférentiellement au moins trois fois supérieure. Au moins un ou chaque treillis 36 peut être à distance radialement de l'ouverture 56 associée, et/ou de la surface interne du joint 38. Au moins un ou chaque treillis 36 peut présenter une enveloppe générale dont les surfaces sont inclinées par rapport à la surface intrados 62 et à la surface extradados 64 de l'aube associée au niveau de la surface de guidage 54.

[0063] La présence de plateformes de fixation 44 est entièrement optionnelle, car chaque aube peut comprendre deux treillis pour être ancrée à deux parois. Au moins une ou chaque aube 26 de la rangée peut comprendre une première portion d'ancrage interne ancrée grâce à son premier treillis à la virole interne 34, et une deuxième portion d'ancrage externe ancrée grâce à un deuxième treillis au carter externe 30. Les treillis sont séparés par la pale, chacun d'eux peut être ancré dans l'épaisseur du voile du carter externe, notamment lorsque ce dernier est moulé.

[0064] Au moins une ou chaque aube 26, en particulier sa pale 40, son treillis 36 et éventuellement sa plateforme 44 ; ou sa pale et ses treillis sont venus de matière et peuvent être réalisés par fabrication additive. Ils peuvent être réalisés à base de poudre titane ou polymère de sorte à former un ensemble venu de matière. L'aube peut former un élément monobloc avec une structure mixte, en présentant une pale pleine et un treillis partiellement vide.

[0065] L'aube peut être produite sous la forme de rangée d'aubes, avec au moins une ou plusieurs aubes à treillis d'ancrage, et éventuellement d'autres moyens de fixation du même côté radial que les treillis sur d'autres aubes. Dans cette alternative de réalisation, la rangée d'aubes peut présenter une plateforme commune à plu-

sieurs pales.

Revendications

1. Stator (28) de turbomachine (2) axiale, notamment de compresseur (4 ; 6), le stator (28) comprenant :

- une paroi (34) circulaire ou en arc de cercle, la paroi (34) comportant une surface de guidage (54) destinée à guider un flux (18 ; 20) de la turbomachine ;
- une rangée circulaire ou semi-circulaire d'aubes statoriques (26), au moins une des aubes statoriques (26) comprenant une pale (40) destinée à s'étendre radialement dans le flux depuis la surface de guidage (54) et une portion d'ancrage (42) s'étendant depuis la surface de guidage (54) à l'opposé radialement de la pale (40) ;

caractérisé en ce que

la portion d'ancrage (42) de l'aube comprend un treillis (36) ancré à la paroi (34) de sorte à fixer ladite aube (26) à la paroi (34) via le treillis (36).

2. Stator (28) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le treillis (36) est un treillis tridimensionnel avec des tiges (60) entrecroisées et jointes les unes aux autres de sorte à former des mailles, le treillis (36) comprenant plusieurs mailles suivant l'épaisseur et/ou la longueur de la pale (42) et/ou suivant la direction radiale.

3. Stator (28) selon l'une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** la au moins une aube (26) comprend un bord d'attaque (50), un bord de fuite (52), une surface intrados (62) et une surface extradados (64), la surface intrados et la surface extradados s'étendant du bord d'attaque au bord de fuite ; et le treillis (36) s'étendant du bord d'attaque au bord de fuite de la pale (40), et de la surface intrados à la surface extradados.

4. Stator (28) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la paroi (34) est une virole interne (34) ou un segment de virole interne (34), préférentiellement la virole interne (34) et/ou la paroi (34) est réalisée en un matériau composite à matrice organique.

5. Stator (28) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la paroi (34) comprend au moins une ouverture (56) dans laquelle est disposée la portion d'ancrage (42), préférentiellement le treillis (36) dépasse radialement de l'ouverture (56), plus préférentiellement le treillis (36) est à distance radialement de l'ouverture (56).

6. Stator (28) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la paroi (34) est venue de matière et est formée d'un matériau qui comble le treillis (36). 5
7. Stator (28) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'il** comprend un joint d'étanchéité (38) placé contre la paroi (34) à l'opposé radialement de la surface de guidage (54), le treillis (36) étant au moins partiellement ancré dans l'épaisseur radiale du joint (38), éventuellement le joint (38) comprend une matrice et des billes en contact du treillis. 10
8. Stator (28) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le joint (38) comprend une couche de matériau abrasable destiné à coopérer par abrasion avec le rotor (12) de la turbomachine (2), le treillis (36) étant au moins partiellement disposé dans l'épaisseur radiale de la couche d'abrasable, éventuellement la couche d'abrasable comprend un matériau silicone. 20
9. Stator (28) selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le treillis (36) s'étend sur la majorité de la longueur axiale de la paroi (34) et/ou de la hauteur radiale de la paroi (34). 25
10. Stator (28) selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la pale (40) comprend un corps plein qui s'étend sur la majorité de sa hauteur radiale, préférentiellement au moins sur la totalité de sa hauteur radiale. 30
11. Stator (28) selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le treillis (36) comprend une compacité inférieure à 60%, préférentiellement inférieure à 30%, plus préférentiellement inférieure à 10%. 35
12. Stator (28) selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** la portion d'ancrage (42) est une première portion d'ancrage, et le treillis (36) est un premier treillis, la paroi est une première paroi, la au moins une aube comprenant en outre une deuxième portion d'ancrage avec un deuxième treillis radialement opposé au premier treillis par rapport à la pale et ancré dans une deuxième paroi qui est concentrique à la première paroi. 40 45
13. Stator (28) selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** l'aube (26) comprend une plateforme de fixation (44), éventuellement avec un axe de fixation (32), disposée radialement à l'opposé du treillis (36) par rapport à la pale (40); préférentiellement le stator (28) comprend un carter externe (30), la plateforme (44) étant fixée audit carter externe (30). 50 55
14. Stator (28) selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la pale (40), le treillis (36), et éventuellement la plateforme de fixation (44), sont venus de matière et sont réalisés par fabrication additive, préférentiellement à base de poudre de titane.
15. Turbomachine (2) comprenant un stator (28), **caractérisée en ce que** le stator (28) est conforme à l'une des revendications 1 à 14, éventuellement la paroi (34) comprend une moitié axiale amont et une moitié axiale aval, préférentiellement le treillis est à distance axialement de l'une des moitiés axiales, éventuellement à distance de la moitié amont.

FIG 1

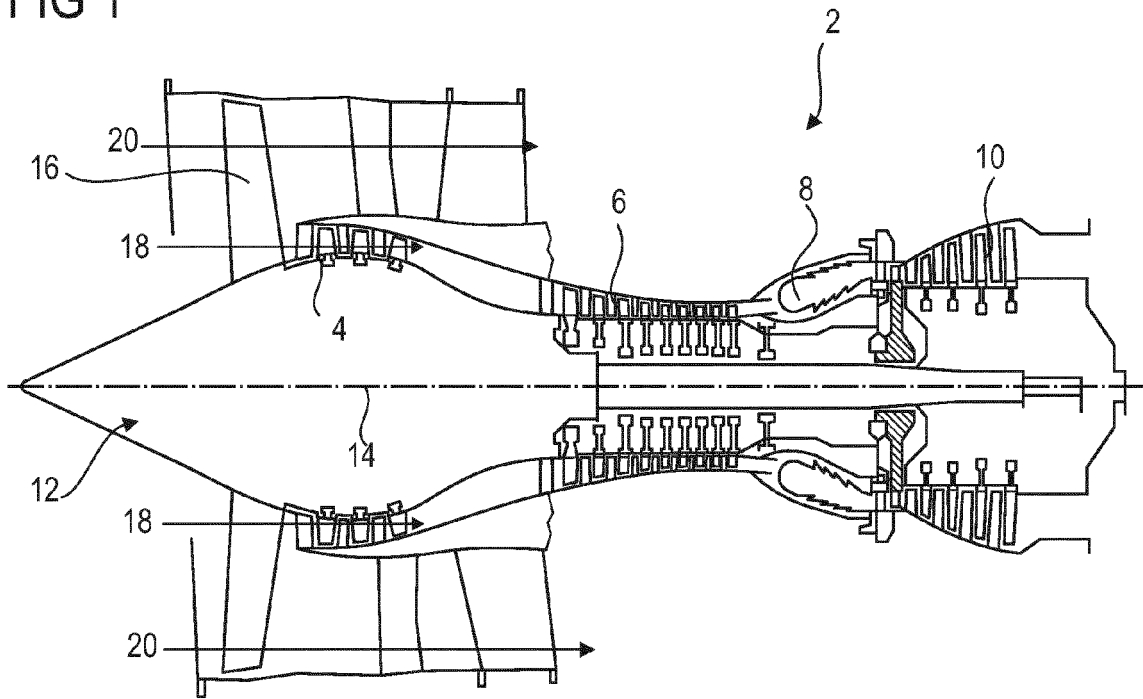
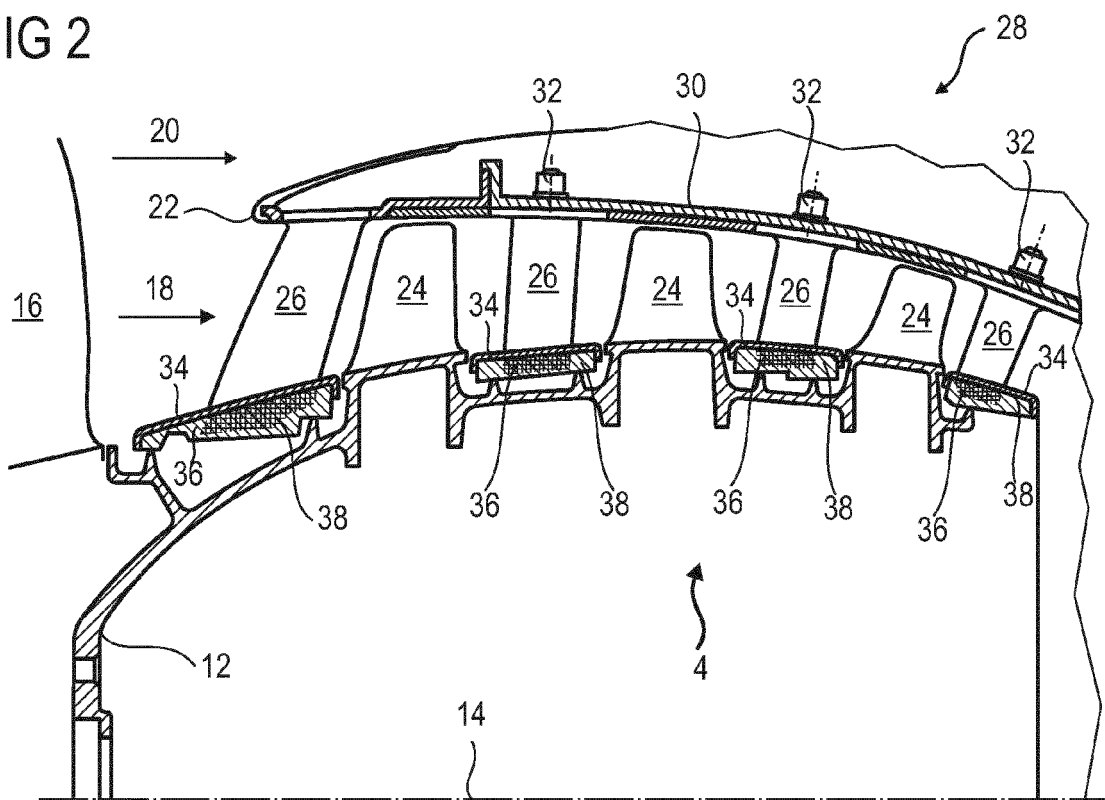
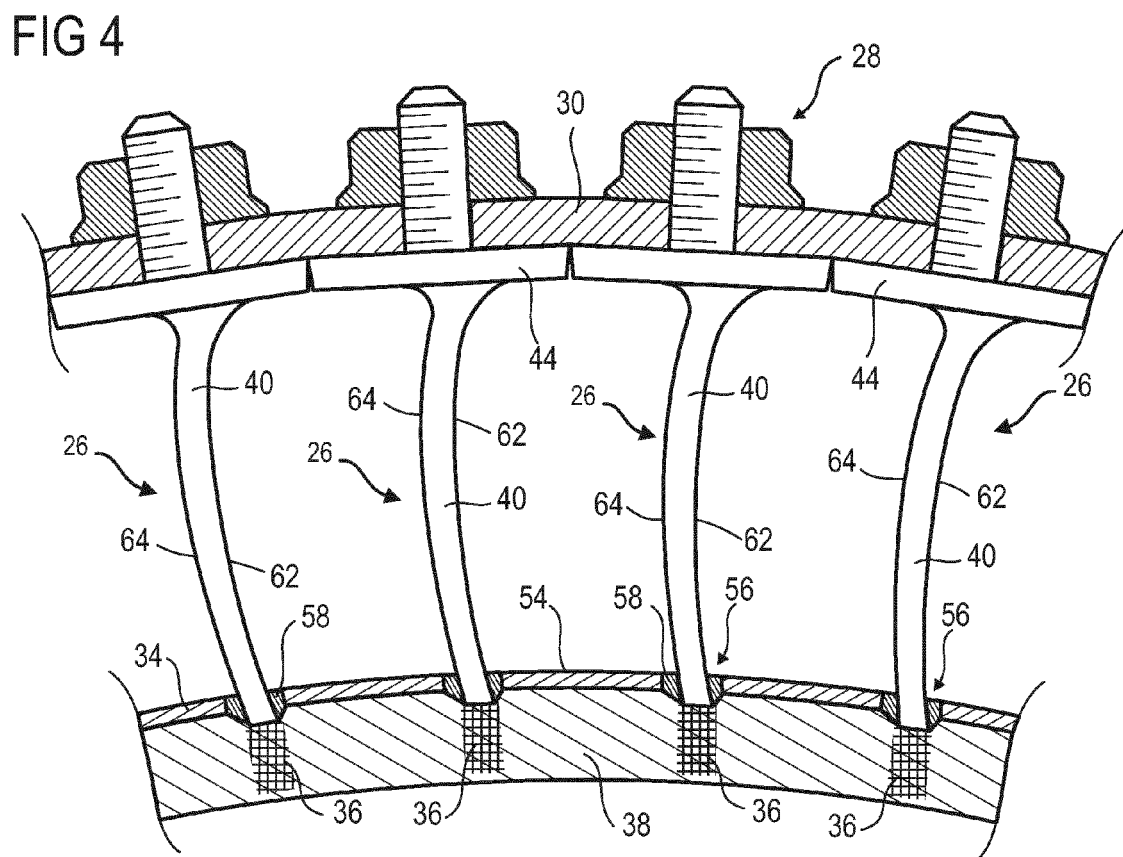
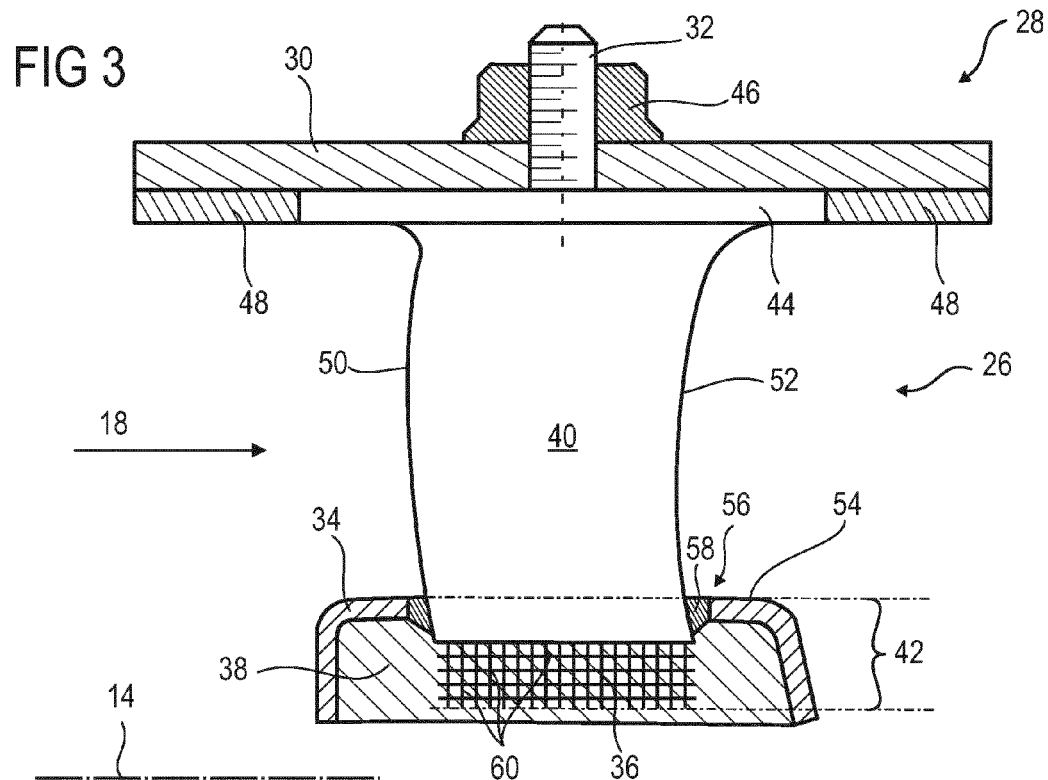


FIG 2







RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 14 17 8502

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A,D	EP 2 735 707 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 28 mai 2014 (2014-05-28) * figures *	1-15	INV. F01D11/00 F01D9/04
A	EP 2 418 387 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 15 février 2012 (2012-02-15) * figures *	1-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F01D F04D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		8 janvier 2015	Raspo, Fabrice
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 14 17 8502

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

08-01-2015

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 2735707	A1	28-05-2014	CA	2833376 A1		27-05-2014
			CN	103835771 A		04-06-2014
			EP	2735707 A1		28-05-2014
			US	2014147262 A1		29-05-2014

EP 2418387	A1	15-02-2012	CA	2807060 A1		16-02-2012
			CN	103154524 A		12-06-2013
			EP	2418387 A1		15-02-2012
			RU	2013105274 A		20-08-2014
			US	2013129494 A1		23-05-2013
			WO	2012019915 A1		16-02-2012

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- EP 2735707 A1 [0003]