



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 023 595 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
25.05.2016 Bulletin 2016/21

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

(21) Numéro de dépôt: 15190957.9

(22) Date de dépôt: 22.10.2015

(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
Etats de validation désignés:
MA

(30) Priorité: 18.11.2014 BE 201400820

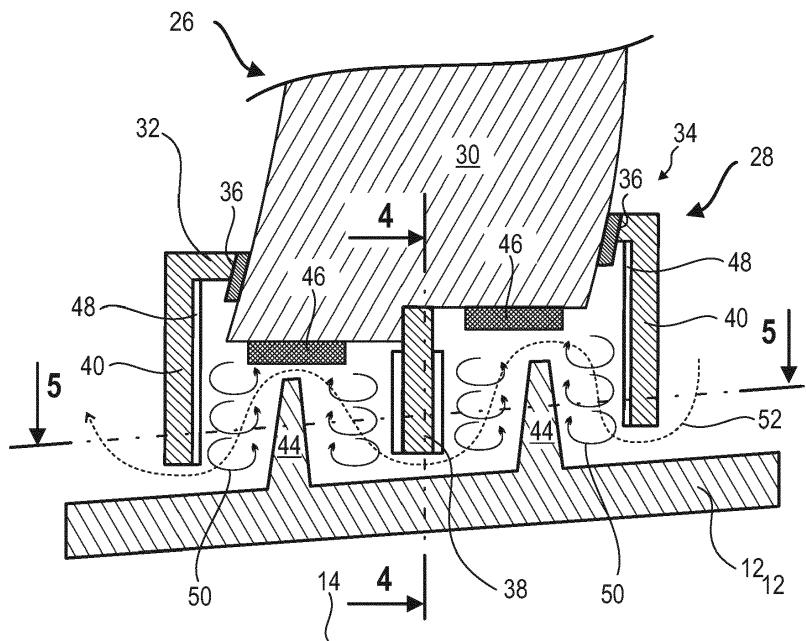
(71) Demandeur: **Techspace Aero S.A.
4041 Herstal (Milmort) (BE)**
(72) Inventeur: **CORTEQUISSE, Jean-François
3870 Heers (BE)**
(74) Mandataire: **Lecomte & Partners
P.O. Box 1623
1016 Luxembourg (LU)**

(54) VIROLE INTERNE DE COMPRESSEUR DE TURBOMACHINE AXIALE

(57) L'invention a trait à une virole interne (28) segmentée de compresseur basse pression de turbomachine axiale. La virole comprend : une paroi tubulaire axiale (32), et une rangée d'ouvertures (34) formées dans la paroi axiale (32). Chaque ouverture (34) présente des bords opposés (36) placés de part et d'autre d'une aube statorique (26) positionnée dans l'ouverture (34) en vue de sa fixation. La paroi axiale (32) comprend une bride radiale (38) qui traverse les ouvertures (34) selon la direction circonférentielle de la virole (28), de sorte à former

un lien mécanique entre les bords opposés (36) des ouvertures. Ce joint mécanique permet de lier les bords opposés (36) au travers de chaque ouverture (34), ce qui améliore la rigidité et l'étanchéité. La virole (28) présente un profil en E formant une alternance avec les nervures annulaires (44) d'étanchéité du rotor (12), ou léchettes. L'invention traite également d'un procédé d'assemblage d'aubes statoriques (26) venant en butée radiale contre la bride radiale traversante (38).

Fig. 3



Description

Domaine technique

[0001] Le domaine de la présente invention est celui des turbomachines axiales. Plus particulièrement, l'invention aborde les viroles internes reliées à une rangée d'aubes de stator.

Technique antérieure

[0002] Une virole interne est connue pour permettre de délimiter le flux primaire d'une turbomachine axiale, elle forme une paroi annulaire qui délimite l'intérieur de la veine fluide. Grâce à sa surface externe, elle contribue à guider le flux au cours de sa détente dans une turbine, ou de sa compression dans un compresseur.

[0003] De manière classique, une virole interne peut être montée sur des extrémités internes d'aubes disposées en une rangée annulaire, elles-mêmes liées à un carter externe. La virole présente des évidements pour l'introduction des extrémités de fixation des viroles.

[0004] La virole interne a également pour vocation d'assurer une étanchéité avec le rotor autour duquel elle est placée. A cet effet, elle présente une couche de matériau abradable coopérant par abrasion avec des léchettes formées à l'extérieur du rotor. En fonctionnement, les léchettes viennent à proximité de l'abradable, y créent éventuellement des entailles circulaires, si bien qu'une étanchéité dynamique est assurée.

[0005] Le document EP 2 075 414 A1 divulgue un compresseur de turbomachine axiale comprenant des redresseurs munis de viroles internes segmentées. Chaque virole interne comprend une paroi tubulaire dans laquelle sont prévues des rangées d'ouvertures. Ces dernières permettent l'introduction des pieds d'aubes servant à la fixation entre la virole et les aubes. Chaque ouverture présente une lèvre qui en prolonge radialement le contour, des nervures joignent les lèvres des ouvertures voisines, l'ensemble permettant de rigidifier la virole. Cependant, la rigidité en flexion de la virole ; en particulier de ses segments reste limitée. En cas de sollicitation, l'essentiel des efforts est repris par les branches de la forme de U de la virole. En cas de vibrations, les ajours peuvent s'ouvrir d'avantage autour des joints entourant les aubes, ce qui dégrade l'étanchéité.

[0006] Le document EP1419849A1 divulgue un procédé de réparation d'un segment de turbine. Le segment comprend une paire d'aubes dont les extrémités sont liées à une virole interne. Cette dernière présente deux ouvertures liées aux aubes, les bords opposés des ouvertures étant joints par une bride.

Résumé de l'invention

Problème technique

[0007] L'invention a pour objectif de résoudre au moins

un des problèmes posés par l'art antérieur. Plus précisément, l'invention a pour objectif de rigidifier une virole interne ou un segment de virole interne lié(e) à des aubes statoriques. L'invention a également pour objectif d'améliorer la rigidité d'un assemblage comportant une virole et des aubes liées dans des ouvertures formées dans la virole. L'invention a également pour objectif d'améliorer l'étanchéité d'une virole ou d'un segment de virole.

10 Solution technique

[0008] L'invention a pour objet une virole ou un segment de virole de turbomachine axiale, notamment de compresseur, la virole ou le segment de virole comprend une paroi circulaire ou semi-circulaire dont le profil s'étend principalement axialement, et une bride radiale circulaire ou semi circulaire s'étendant radialement depuis la paroi vers l'intérieur, la bride présentant une surface circulaire ou semi-circulaire dont le profil s'étend principalement radialement, ladite surface présentant des aspérités.

[0009] L'invention a également pour objet une virole interne ou segment de virole interne de turbomachine axiale, notamment de compresseur, la virole ou le segment de virole comprenant : une paroi circulaire ou semi-circulaire dont le profil s'étend principalement axialement ; et une rangée d'ouvertures formées dans la paroi axiale, chaque ouverture présentant des bords opposés destinés à être disposés latéralement de part et d'autre d'une aube statorique positionnée dans ladite ouverture en vue de sa fixation ; remarquable en ce que la paroi comprend au moins une bride radiale qui traverse les ouvertures selon la direction circonférentielle de la virole ou du segment de virole, de sorte à former un lien mécanique au sein de chaque ouverture pour en lier les bords opposés.

[0010] Selon un mode avantageux de l'invention, chaque ouverture s'étend principalement axialement et chaque bride radiale s'étend radialement vers l'intérieur depuis la paroi, et parcourt tout le tour de la virole ou toute la largeur du segment de virole selon la direction de l'alignement de la rangée d'ouvertures.

[0011] Selon un mode avantageux de l'invention, la virole ou le segment de virole comprend au moins une bande de matériau abradable, chaque bride radiale s'étendant davantage radialement vers l'intérieur que chaque couche d'abradable.

[0012] Selon un mode avantageux de l'invention, la virole ou le segment de virole comprend plusieurs brides radiales qui traversent chacune les ouvertures, éventuellement chaque bande d'abradable est disposée axialement entre deux brides radiales.

[0013] Selon un mode avantageux de l'invention, la paroi axiale et chaque bride radiale sont venues de matière, éventuellement la paroi axiale et chaque bride radiale sont réalisées en polymère, tel un matériau composite à matrice organique.

[0014] Selon un mode avantageux de l'invention, la

bride radiale est une bride radiale traversante qui traverse les ouvertures, la virole ou le segment de virole comprenant une bride radiale amont disposée en amont des ouvertures, et une bride radiale aval disposée en aval des ouvertures, préférentiellement la bride amont et la bride aval délimitent axialement la paroi axiale.

[0015] Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque bride radiale comprend au moins une surface avec des aspérités, ladite surface étant généralement perpendiculaire à l'axe de révolution de la virole ou du segment de virole.

[0016] Selon un mode avantageux de l'invention, les aspérités forment un motif répété sur sensiblement toute une face de la bride radiale correspondante.

[0017] Selon un mode avantageux de l'invention, les aspérités présentent des formes de dents, éventuellement triangulaires, chaque dent s'étend sur la majorité ou sur toute la hauteur radiale de la bride radiale associée.

[0018] Selon un mode avantageux de l'invention, la bride radiale comprend des portions qui barrent chacune une ouverture, éventuellement selon la direction de l'alignement de la rangée d'ouvertures.

[0019] Selon un mode avantageux de l'invention, la hauteur radiale d'au moins une ou de chaque bride radiale est supérieure à la hauteur radiale de chaque nervure annulaire.

[0020] Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque ouverture s'étend sur la majorité de la longueur axiale de la paroi axiale.

[0021] Selon un mode avantageux de l'invention, la paroi comprend une bride radiale disposée au centre axialement des ouvertures, ou la paroi comprend plusieurs brides radiales réparties axialement sur les ouvertures.

[0022] L'invention a également pour objet un procédé d'assemblage d'une aube statorique à une virole interne ou à un segment de virole interne de turbomachine axiale, le procédé comprenant les étapes suivantes : (a) fourniture d'une ou de plusieurs aubes statoriques, chaque aube statorique comportant une extrémité radiale interne ; (b) fourniture d'une virole interne ou d'un segment de virole interne avec une rangée d'ouvertures ; (c) positionnement de chaque extrémité d'aube statorique dans une ouverture ; (d) fixation de chaque extrémité d'aube dans l'ouverture associée ; remarquable en ce que la virole ou le segment de virole comprend au moins une bride radiale circulaire ou semi-circulaire traversant les ouvertures, et en ce que lors de l'étape (c) positionnement chaque extrémité d'aube est en butée contre la bride radiale, éventuellement la virole interne ou le segment de virole interne est conforme à l'invention.

[0023] Selon un mode avantageux de l'invention, lors de l'étape (c) positionnement, chaque extrémité d'aube traverse l'ouverture associée.

[0024] Selon un mode avantageux de l'invention, lors de l'étape (c) positionnement, chaque extrémité d'aube vient en butée axiale et/ou en butée radiale contre la

bride radiale, éventuellement chaque extrémité d'aube comprend des moyens de fixation.

[0025] Selon un mode avantageux de l'invention, l'étape (b) fourniture, comprend la réalisation par fabrication additive de la virole ou du segment de virole.

[0026] Selon un mode avantageux de l'invention, le procédé comprend en outre une étape (e) mise en oeuvre ou réalisation de joints d'étanchéité dans les ouvertures autour des aubes statoriques.

[0027] L'invention a également pour objet une turbomachine comprenant un rotor et une virole interne autour du rotor ou un segment de virole interne épousant le rotor, remarquable en ce que la virole ou le segment de virole est conforme à l'invention ; et/ou la turbomachine comprend une aube statorique et une virole interne ou un segment de virole interne assemblés selon un procédé d'assemblage, remarquable en ce que le procédé est conforme à l'invention.

[0028] Selon un mode avantageux de l'invention, le rotor comporte des nervures annulaires coopérant de manière étanche avec la virole ou le segment de virole, les nervures annulaires du rotor sont chacune à distance axiale de chaque bride radiale de la virole ou du segment de virole.

[0029] Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une bride radiale recouvre radialement et circulairement l'une des nervures annulaires.

[0030] Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque bride radiale comprend des aspérités qui sont formées sur la majorité de la hauteur radiale du profil de révolution d'une des nervures annulaires du rotor disposée en regard de la bride radiale associée.

[0031] Selon un mode avantageux de l'invention, le jeu radial entre chaque bride radiale et le rotor est supérieur au jeu radial entre les nervures annulaires et la virole ou le segment de virole.

[0032] Selon un mode avantageux de l'invention, le rotor comprend N nervures annulaires, la virole ou le segment de virole comprenant au moins N+1 brides radiales, préférentiellement au moins 2*N brides radiales formant N paires de brides radiales qui jouxtent les surfaces amont et aval de chaque nervure annulaire.

[0033] Selon un mode avantageux de l'invention, chaque ouverture comprend un joint d'étanchéité destiné à entourer une aube statorique disposée dans ladite ouverture, le joint d'étanchéité étant en contact de la bride radiale qui traverse ladite ouverture, préférentiellement le joint est réalisé en un matériau élastomère tel du silicone.

[0034] Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque aube statorique comprend une forme de marche radiale en butée axiale et/ou en butée radiale contre la ou une des brides radiales.

[0035] Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque aube statorique comprend une encoche dans laquelle est engagée la ou une des brides radiales de la virole, et/ou la ou une des brides radiales comprend des encoches dans lesquelles sont engagées les aubes statoriques.

[0036] Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque aube statorique comprend des moyens de fixation tels des moyens de rétention radiale.

[0037] Selon un mode avantageux de l'invention, les nervures annulaires du rotor et les brides radiales de la virole interne forment une alternance.

[0038] Selon un mode avantageux de l'invention, chaque bride radiale présente un profil de révolution qui s'étend essentiellement radialement, et les nervures annulaires comprennent chacune un profil de révolution qui s'étend essentiellement radialement, chaque profil de bride s'étend sur la majorité de la hauteur radiale de chaque profil de nervure annulaire voisine.

Avantages apportés

[0039] La bride radiale permet de former un pont qui enjambe chaque ouverture. La bride permet ainsi de lier les bords opposés des ouvertures de manière à en relier les bords. Ce joint mécanique permet de lier les bords opposés au travers de chaque ouverture, de sorte à éviter qu'ils ne s'écartent ou se rapprochent malgré le vide de matière des ouvertures.

[0040] En parallèle, l'invention permet d'améliorer l'étanchéité entre une virole ou un segment de virole avec des ouvertures dans lesquelles sont fixées des aubes statoriques. L'invention offre ainsi une virole ou un segment de virole à la fois léger, rigide, et économique à réaliser.

Brève description des dessins

[0041]

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 portion de compresseur selon l'invention.

La figure 4 ébauche une coupe de la portion de compresseur selon l'axe 4-4 tracé sur la figure 3 selon l'invention.

La figure 5 esquisse une coupe de la portion de compresseur selon l'axe 5-5 tracé sur la figure 3 selon l'invention.

La figure 6 est un diagramme du procédé d'assemblage d'une aube statorique à une virole interne ou à un segment de virole interne selon l'invention.

Description des modes de réalisation

[0042] 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. La direction axiale correspond à la direction le long de l'axe de rotation de la turbomachine. La direction latérale est selon la circonférence.

[0043] 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 5, un deuxième niveau de compression, dit

5 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 5 et 6. Ces derniers 10 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 15 8. Des moyens de démultiplication peuvent augmenter la vitesse de rotation transmise aux compresseurs.

[0044] 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 20 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 25 une réaction de poussée. 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.

[0045] La figure 2 est une vue en coupe d'un compresseur d'une turbomachine axiale telle que celle de la figure 1. Le compresseur peut être un compresseur basse-pression 5. Le rotor 12 comprend un tambour avec une paroi annulaire externe qui supporte plusieurs rangées 35 d'aubes rotoriques 24, en l'occurrence trois rangées.

[0046] Le compresseur basse pression 5 comprend plusieurs redresseurs, en l'occurrence quatre, qui contiennent chacun une rangée d'aubes statoriques 26. Les redresseurs sont associés à la soufflante ou à une rangée 40 d'aubes rotoriques pour redresser le flux d'air, de sorte à convertir la vitesse du flux en pression statique.

[0047] Les aubes statoriques 26 s'étendent essentiellement radialement depuis un carter extérieur 22, et peuvent y être fixées à l'aide d'un axe. Le carter 22 forme 45 alors un support externe pour les différentes rangées. Le compresseur 5 comprend également des viroles internes 28 qui sont fixées aux extrémités radialement internes des aubes statoriques 26. Les viroles internes 28 permettent de guider et de délimiter le flux primaire 18. Elles 50 assurent également une étanchéité avec le rotor 12 pour éviter une recirculation d'air diminuant le taux de compression du compresseur 5, et limitant le rendement de la turbomachine. Chaque virole 28 peut former une bague d'un tour, ou être segmentée angulairement.

[0048] La figure 3 représente une portion du compresseur tel que celui de la figure 2. Y est visible une portion de rotor 12, une extrémité radiale 30 interne d'aube statorique 26, et une virole interne 28 qui y est fixée. La

virole interne 28 pourrait être segmentée.

[0049] La virole 28 présente un profil de révolution avec une portion s'étendant principalement axialement et qui génère une paroi axiale 32. La paroi axiale 32 peut être généralement tubulaire, et être sensiblement inclinée par rapport à l'axe de rotation 14 de la turbomachine ; ce dernier peut coïncider avec l'axe de symétrie 14 générale de la virole 28.

[0050] La virole 28 présente une série d'ouvertures 34 disposées en une rangée annulaire. Ces ouvertures 34 sont traversées par les extrémités 30 des aubes 26 pour y suspendre la virole 28. Chaque ouverture 34 présente des bords opposés 36 selon la direction de la rangée d'ouvertures 34, ces bords 36 étant placés en regard des faces de l'aube 26 associée. L'un est en regard de la surface intrados de l'aube, l'autre en regard de la face extrados. Les bords 36 peuvent être généralement des conjugués ; l'un est concave, l'autre convexe.

[0051] La virole 28 comprend en outre au moins une bride radiale 38 qui s'étend radialement vers l'intérieur depuis la paroi axiale 32. La virole 28 peut comprendre plusieurs brides radiales 38 qui coupent chacune les ouvertures 34. Ces brides radiales peuvent être parallèles, et réparties axialement au travers des ouvertures.

[0052] La virole 28 peut comprendre au moins trois brides radiales dont une bride radiale amont 40, une bride radiale aval 42, et une bride radiale traversante 38 qui traverse les ouvertures 34, ou bride radiale centrale 38. La bride radiale traversante 38 est disposée axialement entre les brides amont 40 et aval 42. La virole peut présenter un profil en « E » ou en peigne.

[0053] Le rotor 12, en particulier sa paroi présente des nervures annulaires 44, encore appelées « léchettes ». Elles s'étendent radialement et coopèrent avec la virole 28 de manière étanche. Elles peuvent coopérer par abrasion avec des couches de matériau abradable 46 où elles creusent des sillons en cas de contact. Par matériau abradable on entend un matériau friable en cas de contact. Les couches d'abradable 46 peuvent être appliquées sur les extrémités d'aubes 30, et/ou sur la paroi axiale 32. Les couches d'abradable 46 et les brides radiales (38 ; 40 ; 42) forment une alternance.

[0054] Les brides radiales (38 ; 40 ; 42) peuvent être associées par paires pour encadrer chaque nervure annulaire 44 de rotor 12, éventuellement individuellement. Chaque bride radiale (38 ; 40 ; 42) comprend un profil de révolution qui s'étend essentiellement radialement, chaque profil de bride s'étend sur la majorité de la hauteur radiale de chaque profil de la bride radiale voisine. Chaque profil de nervure (38 ; 40 ; 42) s'étend sur la majorité de la hauteur radiale des profils des nervures annulaires 44 voisines.

[0055] Pour améliorer l'étanchéité dynamique de la turbomachine, les faces de brides radiales (38 ; 40 ; 42) en regard de nervures annulaires 44 sont recouvertes d'aspérités 48 qui amplifient les turbulences 50, ou tourbillons 50 s'opposant aux recirculations 52.

[0056] La figure 4 représente une coupe de la virole

28 et des aubes statoriques 26 selon l'axe 4-4 tracé sur la figure 3. Le plan de coupe passe par la bride radiale 38 qui traverse les ouvertures 34. La virole pourrait être formée par des segments de virole qui seraient mis bout à bout de sorte à former un cercle.

[0057] Les aubes 26 s'étendent radialement depuis la virole 28 et traversent les ouvertures 34. Leurs extrémités radiales 30 sont en butée radiale contre la bride radiale 38. Chaque extrémité 30 d'aube présente une surface de butée radiale qui coopère avec une surface de butée correspondante de créneau. Des joints d'étanchéité 54 s'étendent radialement dans les ouvertures 34 et les traversent, ils viennent en contact de la bride radiale 38. Les fonds d'encoches, ou surfaces de butée des encoches sont à distance des joints 54 et/ou de la paroi axiale.

[0058] La bride radiale 38 joint non seulement toutes les ouvertures 34, mais elle en relie également tous les bords opposés 36 les uns aux autres en franchissant les ouvertures 34. Elle forme une barre de renfort qui, dans

chaque ouverture 34, bloque les bords opposés 36. La bride radiale 38 présente une forme arquée, et un profil en créneaux. Elle comporte une série de marche formant des encoches 56 dans lesquelles sont placées les extrémités 30 d'aubes 26. Ces encoches 56 peuvent être un lieu de fixation des aubes 26, par exemple par collage ou à l'aide de plaquettes de fixation (non représentées). A cet effet, les extrémités 30 peuvent comprendre des orifices de fixation (non représentés). Au sein de chaque ouverture 34 la bride radiale 38 lie les bords opposés 36.

Cette configuration rigidifie la virole 28, et évite sa flexion au niveau des ouvertures, 38 si bien que le risque de décollement au niveau des joints 54 s'amenuisent.

[0059] La figure 5 représente une coupe selon l'axe 5-5 tracé sur la figure 3. La coupe montre une tranche de compresseur entre le rotor 12 et une virole interne, vus depuis l'extérieur. L'emplacement des extrémités 30 d'aubes est représenté.

[0060] Les aspérités 48 comprennent des sillons et des crêtes formant une alternance avec les sillons. Ils s'étendent radialement et sont éventuellement perpendiculaires à l'axe de rotation de la turbomachine. L'ensemble peut former une surface annulaire striée. Les aspérités 48 peuvent avoir des formes de dents triangulaires, et présenter un profil général en dents de scie.

[0061] Les aspérités 48 sont formées en face des léchettes 44, préférentiellement de chaque côté. Le motif peut être formé tout le long, suivant la circonférence, des brides radiales (38 ; 40 ; 42) ; ou sur tout le tour. Grâce aux aspérités 48, les brides radiales (38 ; 40 ; 42) provoquent des tourbillons 50 dans l'air entraîné par le rotor 12.

[0062] La figure 6 représente un diagramme d'un procédé d'assemblage d'une aube de stator sur une virole, la virole pouvant être segmentée.

[0063] Le procédé peut comprendre les étapes suivantes, éventuellement effectuées dans l'ordre présenté ci-dessous :

- (a) fourniture d'une ou plusieurs aubes statoriques 100, chaque aube statorique comportant une extrémité radiale interne, optionnellement avec des moyens de fixation ;
- (b) fourniture d'une virole interne ou d'un segment de virole interne 102 comprenant une rangée d'ouvertures et une bride radiale circulaire ou semi-circulaire traversant les ouvertures en les franchissant de bord à bord ;
- (c) positionnement 104 de chaque extrémité d'aube statorique dans une ouverture en mettant en butée chaque extrémité d'aube contre la bride radiale ;
- (d) fixation 106 de chaque extrémité d'aube dans l'ouverture associée ;
- (e) mise en oeuvre ou réalisation 108 de joints d'étanchéité dans les ouvertures autour des aubes statoriques, de sorte à permettre une étanchéité entre la virole et les aubes statoriques.

[0064] L'étape (b) fourniture 102, peut comprendre la fabrication additive de la virole ou du segment de virole. La virole ou chaque segment peut être venu(e) de manière et être réalisée en polymère, par exemple en un matériau composite avec des fibres, éventuellement de longueur inférieure à 10 mm.

[0065] L'étape (c) positionnement 104 peut s'effectuer en fixant les aubes à un carter externe de compresseur. Puis la virole est rapprochée radialement de sorte à ce que les extrémités internes des aubes se retrouvent dans les ouvertures. Dans un premier temps, les extrémités d'aubes rentrent dans les ouvertures, puis les traversent. Enfin, ces extrémités viennent en butée contre une bride radiale. La butée est alors axiale et/ou radiale, ce qui permet d'améliorer la position relative entre l'aube et la virole. Ainsi, le joint réalisé ou mis en oeuvre lors de l'étape (e) mise en oeuvre ou réalisation 108 est mieux positionné et/ou mieux réalisé.

Revendications

1. Virole interne (28) ou segment de virole interne de turbomachine axiale (2), notamment de compresseur (5 ; 6), la virole (28) ou le segment de virole comprenant :

- une paroi (32) circulaire ou semi-circulaire dont le profil s'étend principalement axialement, et - une rangée d'ouvertures (34) formées dans la paroi axiale (32), chaque ouverture (34) présentant des bords opposés (36) destinés à être disposés latéralement de part et d'autre d'une aube statorique (26) positionnée dans ladite ouverture (34) en vue de sa fixation,

- la paroi (32) comprend au moins une bride radiale (38) qui traverse les ouvertures (34) selon la direction circonférentielle de la virole (28) ou du segment de virole, de sorte à former un lien

mécanique au sein de chaque ouverture (34) pour en lier les bords opposés (36) ;

caractérisée en ce que

la virole (28) ou le segment de virole comprend au moins une bande de matériau abradable (46), chaque bride radiale (38 ; 40 ; 42) s'étendant davantage radialement vers l'intérieur que chaque couche d'abradable (46).

2. Virole (28) ou segment de virole selon la revendication 1, caractérisé(e) en ce que chaque ouverture (34) s'étend principalement axialement et chaque bride radiale (38) s'étend radialement vers l'intérieur depuis la paroi (32), et parcourt tout le tour de la virole (28) ou toute la largeur du segment de virole selon la direction de l'alignement de la rangée d'ouvertures (34).
3. Virole (28) ou segment de virole selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé(e) en ce que la virole (28) ou le segment de virole comprend plusieurs brides radiales (38) qui traversent chacune les ouvertures, éventuellement chaque bande d'abradable (46) est disposée axialement entre deux brides radiales (38 ; 40 ; 42).
4. Virole (28) ou segment de virole selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé(e) en ce que la bride radiale (38) est une bride radiale traversante (38) qui traverse les ouvertures (34), la virole (28) ou le segment de virole comprenant une bride radiale amont (40) disposée en amont des ouvertures (34), et une bride radiale aval (42) disposée en aval des ouvertures (34), préférentiellement la bride amont (40) et la bride aval (42) délimitent axialement la paroi axiale (32).
5. Virole (28) ou segment de virole selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé(e) en ce qu'au moins une ou chaque bride radiale (38 ; 40 ; 42) comprend au moins une surface avec des aspérités (48), ladite surface étant généralement perpendiculaire à l'axe de révolution (14) de la virole (28) ou du segment de virole.
6. Virole (28) ou segment de virole selon la revendication 5, caractérisé(e) en ce que les aspérités (48) forment un motif répété sur sensiblement toute une face de la bride radiale (38 ; 40 ; 42) correspondante, et/ou les aspérités (48) présentent des formes de dents, éventuellement triangulaires, chaque dent s'étend sur la majorité ou sur toute la hauteur radiale de la bride radiale (38 ; 40 ; 42) associée.
7. Procédé d'assemblage d'une aube statorique (26) à une virole interne (28) ou à un segment de virole interne de turbomachine axiale (2), le procédé com-

tenant les étapes suivantes :

- (a) fourniture (100) d'une ou de plusieurs aubes statoriques (26), chaque aube statorique (26) comportant une extrémité radiale interne (30) ;
- (b) fourniture (102) d'une virole interne (28) ou d'un segment de virole interne avec une rangée d'ouvertures (34), la virole (28) ou le segment de virole comprend au moins une bride radiale (38) circulaire ou semi-circulaire traversant les ouvertures (34) ;
- (c) positionnement (104) de chaque extrémité (30) d'aube statorique dans une ouverture (34), de sorte que chaque extrémité (30) d'aube soit en butée contre la bride radiale (38) ;
- (d) fixation (106) de chaque extrémité (30) d'aube dans l'ouverture associée (34) ;

caractérisé en ce que

la virole (28) ou le segment de virole comprend au moins une bande de matériau abradable (46), chaque bride radiale (38 ; 40 ; 42) s'étendant davantage radialement vers l'intérieur que chaque couche d'abradable (46), éventuellement la virole interne (28) ou le segment de virole interne est selon l'une des revendications 1 à 6.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** lors de l'étape (c) positionnement (104), chaque extrémité (30) d'aube vient en butée axiale et/ou en butée radiale contre la bride radiale (38), éventuellement chaque extrémité (30) d'aube comprend des moyens de fixation.
9. Procédé selon l'une des revendications 7 à 8, **caractérisé en ce que** l'étape (b) fourniture, comprend la réalisation par fabrication additive de la virole (28) ou du segment de virole ; et/ou la paroi axiale (32) et chaque bride radiale (38 ; 40 ; 42) sont venues de matière, éventuellement la paroi axiale (32) et chaque bride radiale (38 ; 40 ; 42) sont réalisées en polymère, tel un matériau composite à matrice organique
10. Turbomachine (2) comprenant un rotor (12) et une virole interne (28) autour du rotor (12) ou un segment de virole interne épousant le rotor (12), **caractérisée en ce que** la virole (28) ou le segment de virole est conforme à l'une des revendications 1 à 6 ; et/ou la turbomachine (2) comprend une aube statorique (26) et une virole interne (28) ou un segment de virole interne assemblés selon un procédé d'assemblage, **caractérisée en ce que** le procédé est conforme à l'une des revendications 7 à 9.
11. Turbomachine (2) selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** le rotor (12) comporte des nervures annulaires (44) coopérant de manière étanche

avec la virole (28) ou le segment de virole, les nervures annulaires (44) du rotor (12) sont chacune à distance axialement de chaque bride radiale (38 ; 40 ; 42) de la virole (28) ou du segment de virole.

5. 12. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 10 à 11, **caractérisée en ce qu'au moins une ou chaque bride radiale (38 ; 40 ; 42) comprend des aspérités (48) qui sont formées sur la majorité de la hauteur radiale du profil de révolution d'une des nervures annulaires (44) du rotor (12) disposée en regard de la bride radiale (38 ; 40 ; 42) associée.**
10. 13. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 10 à 12, **caractérisée en ce que** chaque ouverture (34) comprend un joint d'étanchéité (54) destiné à entourer une aube statorique (26) disposée dans ladite ouverture (34), le joint d'étanchéité (54) étant en contact de la bride radiale (38) qui traverse ladite ouverture (34), préférentiellement le joint est réalisé en un matériau élastomère tel du silicone.
15. 14. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 10 à 13, **caractérisée en ce qu'au moins une ou chaque aube statorique (26) comprend une forme de marche radiale en butée axiale et/ou en butée radiale contre la ou une des brides radiales (38).**
20. 15. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 10 à 14, **caractérisée en ce qu'au moins une ou chaque aube statorique (26) comprend une encoche dans laquelle est engagée la ou une des brides radiales (38) de la virole, et/ou la ou une des brides radiales (38) comprend des encoches (56) dans lesquelles sont engagées les aubes statoriques (26).**

Fig. 1

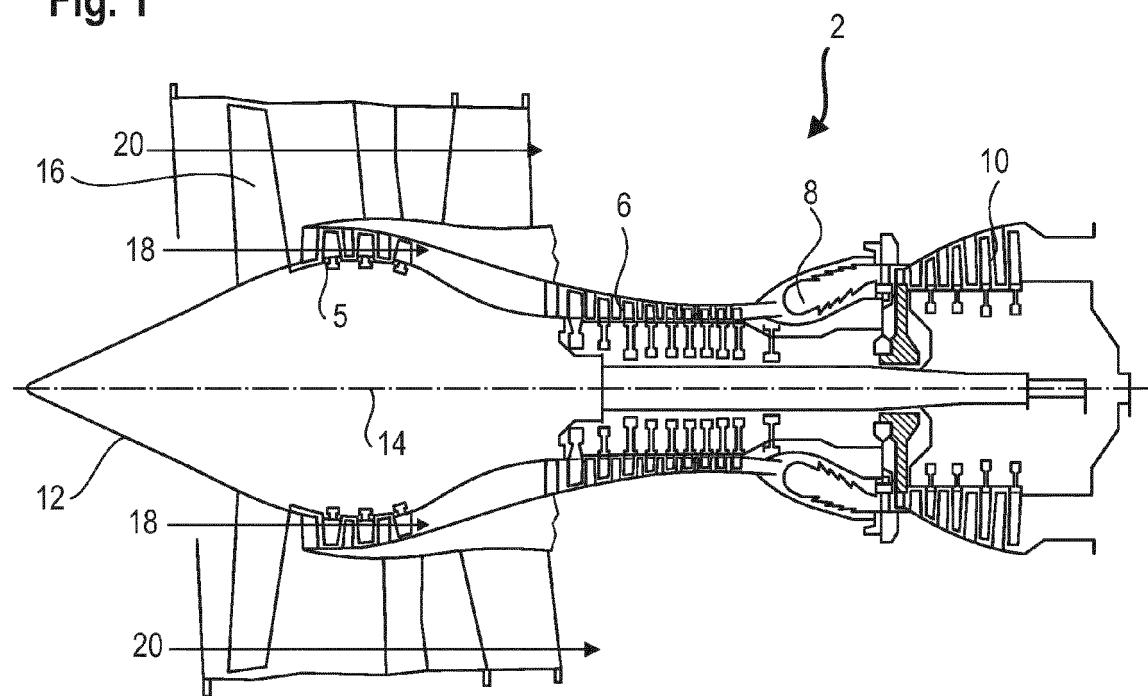


Fig. 2

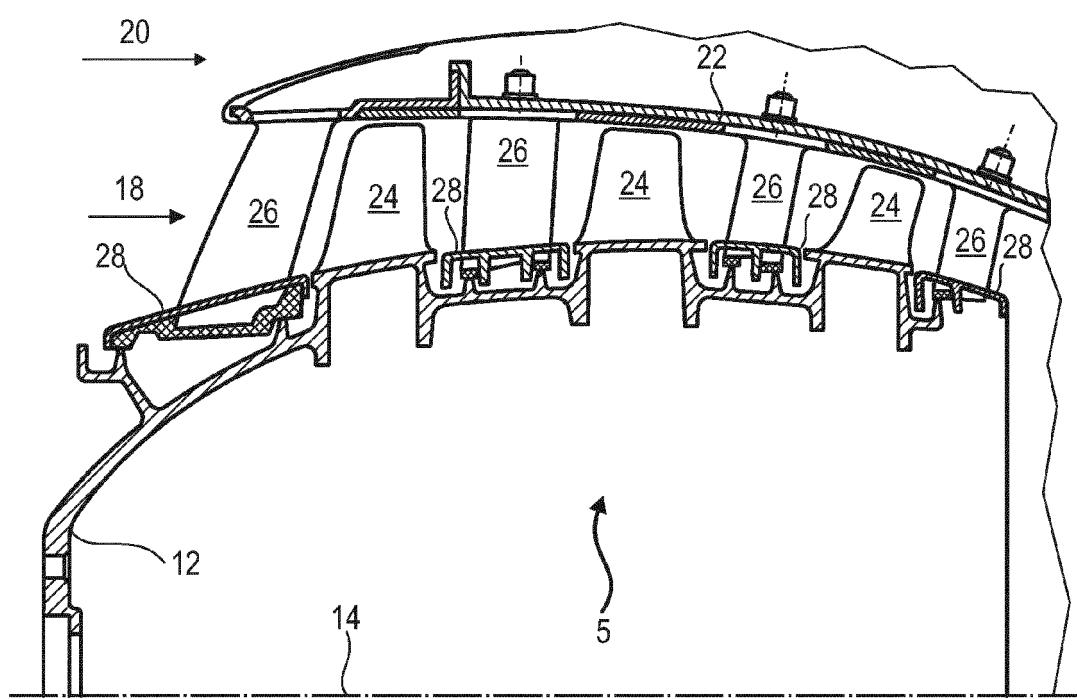


Fig. 3

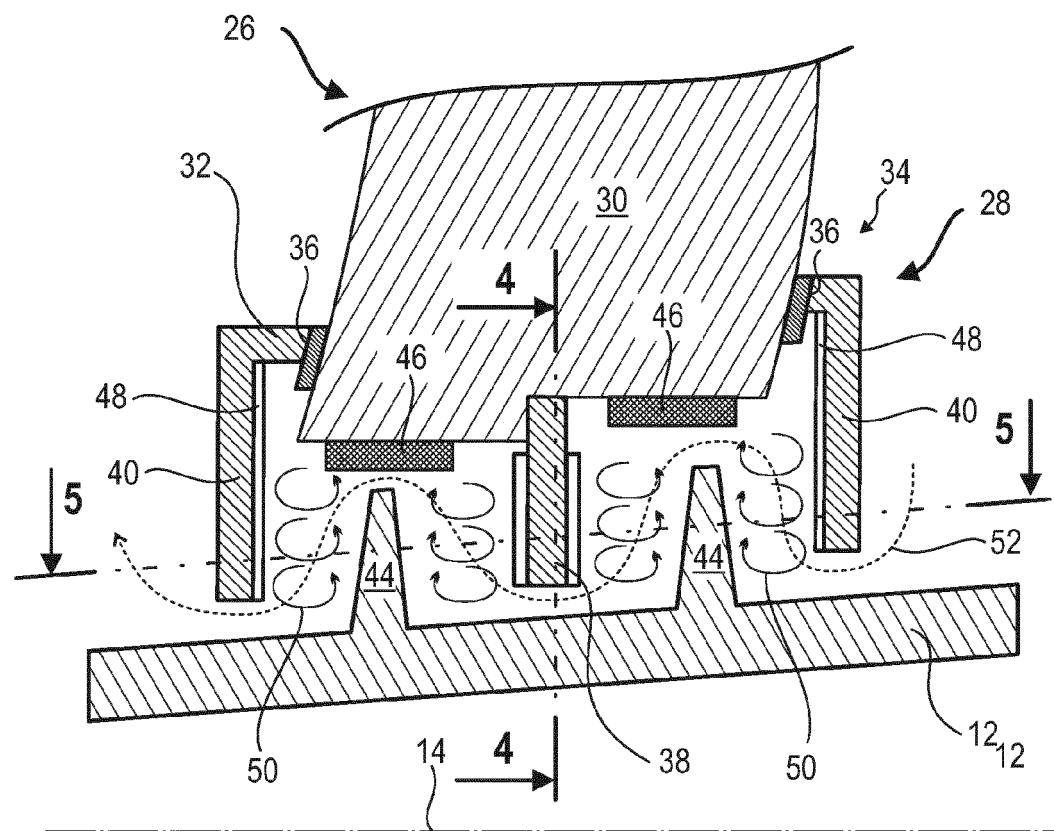


Fig. 4

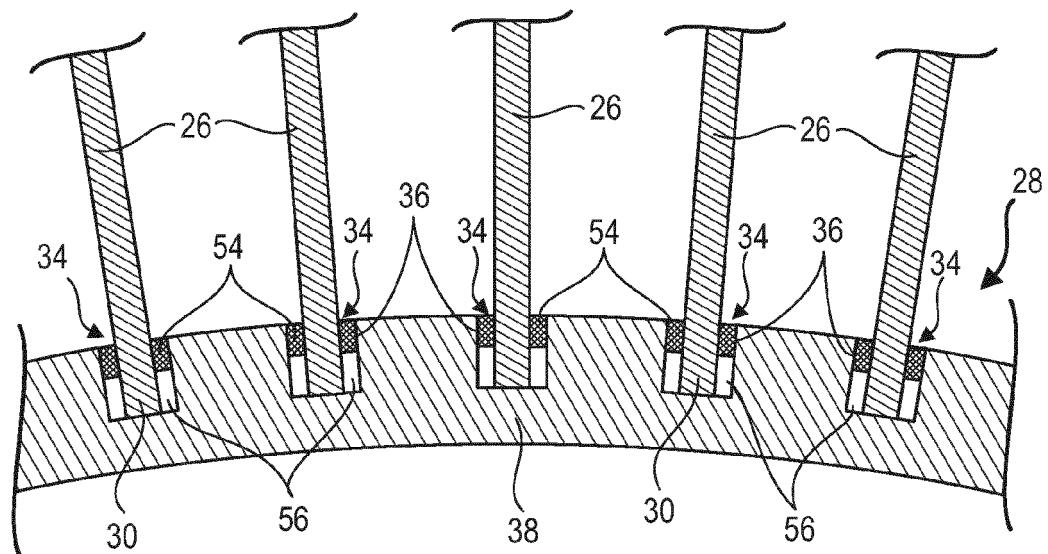


Fig. 5

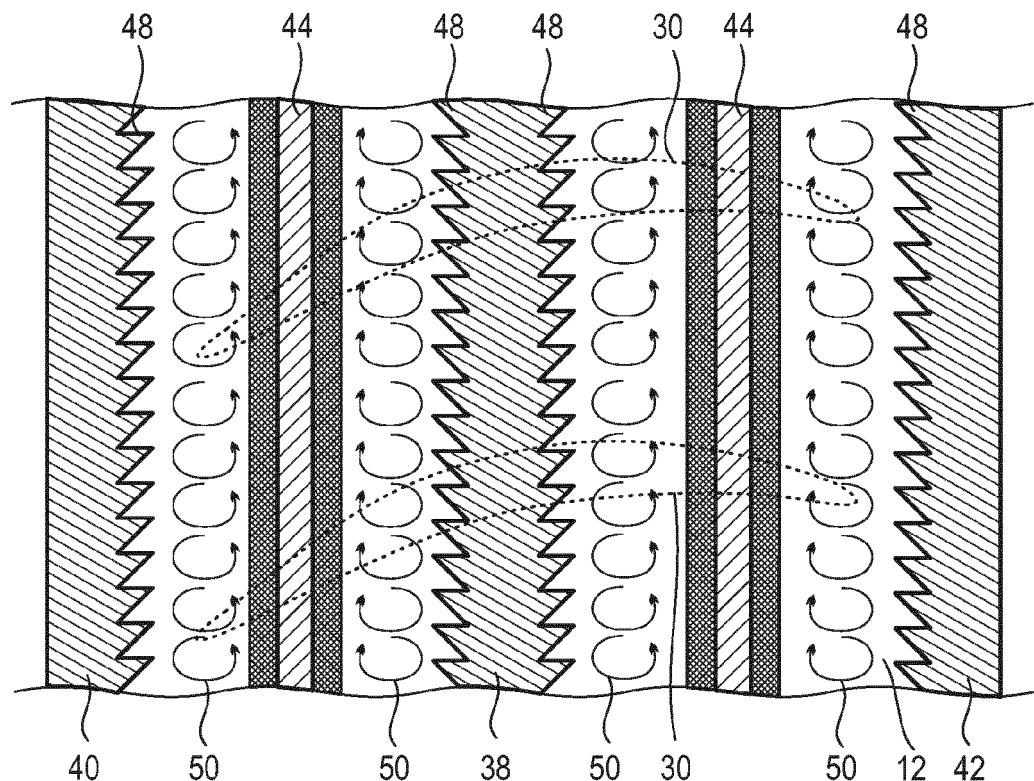
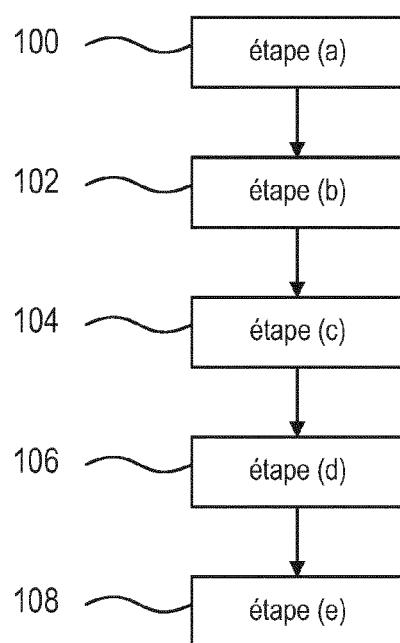


Fig. 6





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 15 19 0957

5

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
10	A EP 1 419 849 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 19 mai 2004 (2004-05-19) * alinéas [0017] - [0019]; figures 8,9 * ----- A US 2006/013685 A1 (ELLIS CHARLES A [US] ET AL) 19 janvier 2006 (2006-01-19) * alinéas [0016] - [0017]; figures 1,2 * ----- A EP 1 227 218 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 31 juillet 2002 (2002-07-31) * alinéas [0014] - [0017]; figures 2,4,6 * -----	1,7,10 1,7,10 1,7,10	INV. F01D9/04 F01D11/00
15			
20			
25			
30			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
35			F01D
40			
45			
50	Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications		
55	Lieu de la recherche Munich	Date d'achèvement de la recherche 10 mars 2016	Examinateur Pileri, Pierluigi
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet 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			
EPO FORM 1503 03-82 (P04C02)			

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

EP 15 19 0957

5 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.

10-03-2016

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication	
15	EP 1419849	A1	19-05-2004	BR CA EP JP JP SG US	0305595 A 2448465 A1 1419849 A1 4474146 B2 2004286014 A 120960 A1 2004096322 A1	22-06-2004 15-05-2004 19-05-2004 02-06-2010 14-10-2004 26-04-2006 20-05-2004
	US 2006013685	A1	19-01-2006	AUCUN		
	EP 1227218	A2	31-07-2002	BR CA DE EP MY SG US	0200305 A 2368289 A1 60211228 T2 1227218 A2 127549 A 98472 A1 6494677 B1	29-10-2002 29-07-2002 15-02-2007 31-07-2002 29-12-2006 19-09-2003 17-12-2002
20						
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

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 2075414 A1 **[0005]**
- EP 1419849 A1 **[0006]**