

(19)



(11)

EP 4 060 165 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
21.09.2022 Bulletin 2022/38

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F01D 25/24 ^(2006.01) **F04D 29/52** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22159615.8**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F01D 25/246; F04D 29/164; F04D 29/526;
F04D 29/644; F05D 2230/642; F05D 2240/11;
F05D 2260/36

(22) Date de dépôt: **02.03.2022**

(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:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **BOUR, Théo, Robin, Thomas**
4041 Herstal (BE)
• **RENAUD, Mathieu**
4041 Herstal (BE)
• **VACCA, Sébastien, José, François, Ghislain**
4041 Herstal (BE)

(30) Priorité: **03.03.2021 BE 202105154**

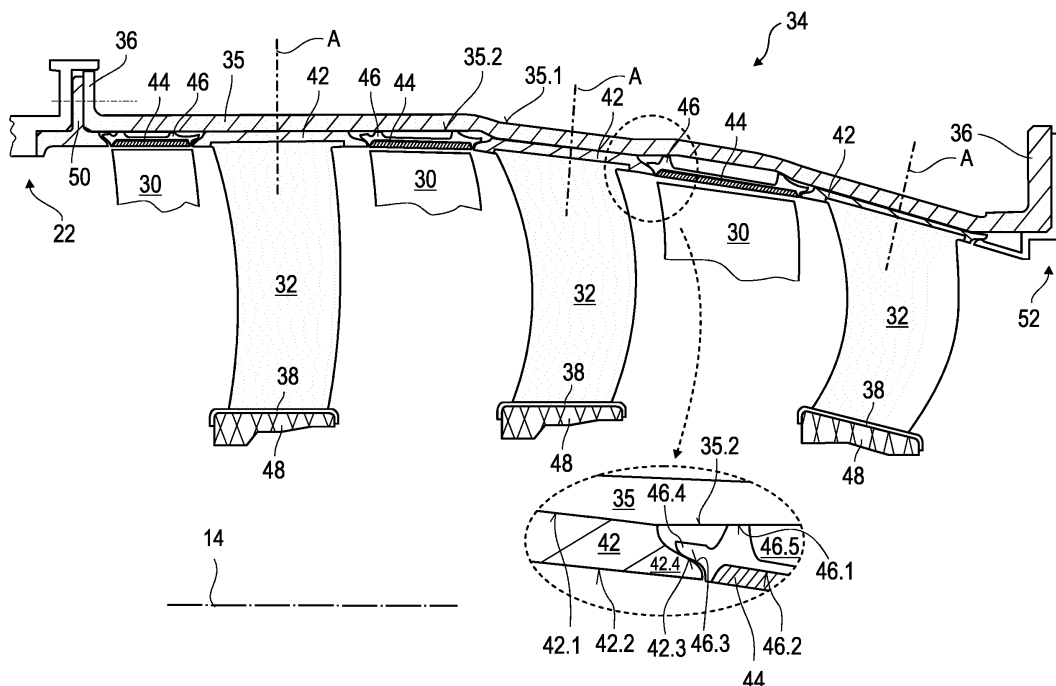
(74) Mandataire: **Lecomte & Partners**
76-78, rue de Merl
2146 Luxembourg (LU)

(71) Demandeur: **Safran Aero Boosters**
4041 Herstal (BE)

(54) CARTER POUR COMPRESSEUR DE TURBOMACHINE

(57) Carter (34) de compresseur pour turbomachine et notamment pour turboréacteur d'aéronef, le carter (34) comprenant : une virole externe (35) faite de matériau composite et éventuellement formée de plusieurs segments angulaires de virole ; une rangée annulaire de plateformes (42) fixées à la virole (35), chaque plateforme

(42) supportant une ou plusieurs aube(s) statoriques (32) ; et un anneau (46), éventuellement formé de plusieurs segments angulaires d'anneau, et présentant une couche de matériau abrasable (44). L'interface entre les plateformes et l'anneau est telle qu'aucun effort axial n'est transmis entre ces éléments.

Fig. 3**EP 4 060 165 A1**

Description

[0001] L'invention concerne la conception d'une turbomachine, notamment un turboréacteur d'avion ou un turbopropulseur d'aéronef. L'invention a en particulier trait au carter d'un compresseur haute vitesse.

Technique antérieure

[0002] Dans une turbomachine, et en particulier dans son ou ses compresseur(s), le flux d'air est comprimé par une alternance d'aubes rotoriques et d'aubes statoriques. Les aubes statoriques s'étendent radialement vers l'intérieur depuis une virole externe qui délimite la veine de passage du flux d'air. Le document EP 1 426 559 A1 décrit un exemple d'architecture de compresseur d'une telle turbomachine. La virole qui maintient les aubes statoriques dispose de brides en amont et aval afin de la fixer au carter amont et au carter inter-compresseur en aval. Ainsi, la virole forme d'une part un vecteur transmettant les efforts axiaux et le couple entre les différents carters auxquels elle est fixée, et d'autre part celle-ci supporte les efforts subis par les aubes statoriques à l'intérieur du compresseur. Ces deux sources d'efforts génèrent des zones de concentration de contraintes en particulier au niveau de l'ancrage des aubes dans la virole. La réponse usuelle pour assurer la tenue mécanique dans ces zones de contraintes est de prévoir des surépaisseurs ou des pièces de renfort et donc du poids supplémentaire.

[0003] Le document US 2,994,508 décrit un agencement dans lequel des éléments de virole sont maintenus à l'aide de pattes en « Y » qui enserrant radialement extérieurement et intérieurement des flasques de carter. Ce montage est complexe et onéreux.

Résumé de l'invention

Problème technique

[0004] L'invention a pour objectif de pallier les inconvénients exposés ci-dessus et en particulier de proposer un compresseur et une turbomachine plus léger/légère sans compromission de leur tenue mécanique.

Solution technique

[0005] L'invention a pour objet un carter de compresseur pour turboréacteur d'aéronef muni d'une soufflante entraînée par un réducteur, le carter comprenant : une virole externe faite de matériau composite et éventuellement formée de plusieurs segments angulaires de virole ; et une rangée annulaire de plateformes fixées à la virole, chaque plateforme supportant une ou plusieurs aube(s) statoriques ; le carter étant remarquable en ce qu'il comprend un anneau, éventuellement formé de plusieurs segments angulaires d'anneau, et présentant une couche de matériau abrasable, l'anneau reposant radia-

lement sur des portées des plateformes de sorte qu'aucun effort axial ne puisse être transmis entre l'anneau et les plateformes.

[0006] La virole peut être annulaire monobloc, présentant notamment une conicité compatible avec le montage des différents éléments devant s'y rattacher. Alternativement, la virole peut être composée de deux demi-coquilles. Le matériau composite peut être optimisé avec des plis plus denses dans les zones soumises à des plus grandes contraintes mécaniques. Le matériau composite peut être du type pré-imprégnés unidirectionnels therm durcissables ou thermoplastiques déposés par placement des fibres automatiques (« automated fiber placement », AFP) et consolidés en autoclave ou en moule fermé ou alternativement des tissus 2D ou 3D interlock consolidés par moulage par compression-transfert de résine (« Resin transfer moulding », RTM).

[0007] Les plateformes et les aubes peuvent former des secteurs angulaires d'aubage avec plusieurs aubes. La couche de matériau abrasable est destinée à venir en vis-à-vis des têtes d'aubes rotoriques d'un rotor.

[0008] La conception de l'interface de contact entre les plateformes et l'anneau permet d'éviter une transmission d'un effort axial et évite ainsi la concentration de contraintes à la périphérie des plateformes. Dans les assemblages usuels, les plateformes des aubes peuvent être soudées entre elles ou soudées à la virole et aux anneaux. Les cordons de soudure génèrent des zones mécaniquement hétérogènes avec un coefficient de concentration de contraintes (Kt) plus important. Pour assurer la tenue mécanique, notamment en fatigue, des surépaisseurs ou des renforts sont donc usuellement prévus. Les soudures entraînent alors le double inconvénient d'une surface non totalement maîtrisée géométriquement pour le guidage du flux d'air et d'un surpoids dû au renforcement de la structure. Avec la conception de l'invention, les inconvénients liés à la présence de cordons de soudure disparaissent.

[0009] L'homme du métier reconnaîtra que cette fonction peut être réalisée par différentes conceptions, notamment des surfaces arrondies, ondulées, ayant un profil en « S », ou étant chanfreinées, ou par l'interposition d'un joint souple, par exemple en silicone.

[0010] Selon des modes avantageux de l'invention, le carter peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- l'anneau est maintenu radialement extérieurement par la virole et intérieurement par les plateformes. Préférentiellement, une surface uniquement radialement intérieure de l'anneau est au contact avec la plateforme, et vice-versa, le contact entre la plateforme et l'anneau se fait sur une surface uniquement radialement extérieure de la plateforme ;
- chaque plateforme comprend une extrémité circonférentielle aboutée à une extrémité circonférentielle

d'une plateforme circonférentiellement adjacente, et les extrémités en regard des deux plateformes circonférentiellement adjacentes comprennent chacune une portion de logement, les deux portions de logement formant ensemble un logement recevant un élément de fixation des plateformes à la virole. Cette conception présente l'avantage de « mutualiser » les éléments de fixation des différentes plateformes et donc de réduire le poids de l'ensemble ;

- l'élément de fixation est une vis ou un verrou, muni(e) d'une tête reçue dans le logement et d'une tige, éventuellement filetée, s'étendant radialement au travers et à l'extérieur de la virole. Un écrou et une rondelle peuvent venir serrer la vis ou le verrou à l'extérieur de la virole. L'orifice de la virole au travers duquel passe la vis peut être sensiblement plus grand que la tête de la vis ou du verrou afin qu'aucun effort axial ou circonférentiel ne soit transmis entre la plateforme et la virole via la vis ;
- l'anneau est fait d'un matériau métallique, comprenant une gorge interne remplie de la couche de matériau abrasable et une gorge externe formant un dégagement radial entre l'anneau et la virole. Cette géométrie permet que l'anneau se déforme notamment radialement, sous l'effet de la dilatation thermique (la sienne ou celle du disque aubagé agencé radialement intérieurement à l'anneau), sans que des contraintes mécaniques n'apparaissent sur les plateformes. L'anneau peut être muni de rainures axiales, réparties angulairement régulièrement ou non, pour y prévoir un traitement (comme l'exemple divulgué dans EP 2 202 385 A1) ;
- les surfaces de l'anneau au contact des plateformes et les surfaces des plateformes au contact de l'anneau sont des surfaces chanfreinées ou présentant un profil arrondi. Ce type d'agencement permet que l'anneau se déforme ou glisse axialement par rapport à la plateforme, les déformations ou le glissement permettant de maintenir le contact entre les plateformes et l'anneau, et donc la continuité de la surface de guidage de l'air, sans générer de contrainte mécanique à l'interface entre les plateformes et l'anneau ;
- chaque plateforme comprend une portée amont et/ou une portée aval qui présente(nt) des surfaces de contact radial et/ou circonférentiel avec l'anneau ;
- l'anneau dispose d'une lèvre amont et/ou d'une lèvre aval, coopérant avec la plateforme ;
- un joint souple, notamment en silicone, est disposé axialement entre les plateformes et l'anneau de sorte qu'aucun effort axial puisse être transmis entre les

plateformes et l'anneau ;

- l'anneau est monté flottant dans la virole. Il est ainsi libre de se déformer sous l'action de la dilatation thermique sans générer de contraintes mécaniques sur la plateforme ou sur la virole ;
- la rangée de plateformes est une première rangée et le carter comprend une deuxième et éventuellement une troisième rangée de plateformes, et l'anneau est un premier anneau et le carter comprend un deuxième anneau et éventuellement un troisième anneau, chacun des anneaux étant disposé en amont d'une rangée de plateformes respectives.
- chaque anneau reçoit une couche de matériau abrasable disposée en amont d'une ou de chaque rangée d'aubes statoriques et agencée sur la surface interne de l'anneau. Le matériau abrasable est apte à coopérer avec les extrémités radiales externes d'une roue mobile d'un rotor ;
- les aubes sont monobloc avec leur plateforme respective, l'ensemble étant fait de métal ou de matériau composite ;
- les aubes sont faites en matériau composite et/ou les plateformes sont faites en matériau composite, éventuellement monobloc avec la virole ;
- le carter comprend une rangée d'aube à calage variable.

[0011] L'invention a également pour objet une plateforme de fixation d'une ou de plusieurs aube(s) statorique(s) à un carter de compresseur de turbomachine, la plateforme comprenant un logement apte à recevoir un élément de fixation destiné à sa fixation à une virole composite, et une portée amont et/ou sur une portée aval, munie(s) d'une surface apte à venir au contact d'un anneau de sorte qu'aucun effort axial ne puisse être transmis entre l'anneau et la plateforme. Cette conception présente l'avantage de « mutualiser » les éléments de fixation des différentes plateformes et donc de réduire le poids d'une turbomachine.

[0012] Selon un mode avantageux de l'invention, la plateforme comprend deux extrémités circonférentielles opposées présentant chacune une portion de logement, tels que lorsque deux plateformes adjacentes munies de telles portions de logements sont aboutées, les portions de logement forment ensemble un logement destiné à recevoir un élément de fixation des plateformes à la virole.

[0013] Selon un mode avantageux de l'invention, la plateforme comprend un ergot agencé sur au moins la portée amont et/ou la portée aval, destiné à servir de butée circonférentielle à un anneau.

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

plateforme comprend plusieurs portées amont et/ou plusieurs portées aval, dont une ou plusieurs portées externes et une ou plusieurs portées internes, préférentiellement agencées en quinconce vu axialement.

[0015] L'invention a également pour objet une turbomachine comprenant une soufflante entraînée par un réducteur, un compresseur basse-pression, un compresseur haute-pression et un carter intermédiaire, disposé entre le compresseur basse-pression et le compresseur haute-pression, la turbomachine étant remarquable en ce que le compresseur basse-pression dispose d'un carter selon l'un des modes de réalisation exposés ci-dessus.

[0016] Selon un mode de réalisation avantageux, la virole comprend une bride amont et une bride aval, pour respectivement la fixer - directement ou non - à un carter amont et au carter intermédiaire, le carter comprenant un flasque amont et un flasque aval, fixés aux brides respectives et assurant une continuité de la surface de guidage du flux d'air avec un anneau amont et une plateforme aval.

[0017] L'invention a enfin pour objet un procédé d'assemblage d'un carter selon l'un des modes de réalisations exposés ci-dessus ou d'une turbomachine selon l'un des modes de réalisations exposés ci-dessus, le procédé comprenant une étape de mise en place d'étages de compresseur dans la virole, éventuellement en empilant alternativement une rangée annulaire de plateformes et un anneau.

[0018] Alternativement, le procédé comprend une étape d'assemblage de plateformes à une première demi-coquille de virole, une étape de mise en position de disques aubagés axialement entre deux rangées annulaires voisines de plateformes, une étape d'assemblage de plateformes à une deuxième demi-coquille de virole, et enfin une étape d'assemblage de la deuxième demi-coquille à la première demi-coquille.

[0019] De manière générale, les divers objets et modes de réalisation de l'invention peuvent être combinés entre eux selon toutes les combinaisons techniques possibles, à moins que le contraire ne soit explicitement mentionné.

Avantages additionnels

[0020] La virole en matériau composite et l'absence de soudure et surtout des renforts qu'elle nécessite permet un gain de poids.

[0021] Les anneaux, préférentiellement métalliques, peuvent permettre un contrôle passif par dilatation thermique du jeu entre les têtes d'aubes et l'abradable. Un abradable est plus facilement déposé (ou redéposé lors de la maintenance) sur ces anneaux. Ces anneaux donnent également lieu à une limitation des déformations de carcasse du booster sous la poussée du moteur.

[0022] Un autre avantage en prévoyant différentes pièces (virole, plateforme, anneau) est qu'il est possible de ne remplacer qu'une des pièces en jeu en cas de dé-

faillance à la fabrication ou à l'usage plutôt que de mettre au rebut l'intégralité du carter.

[0023] Aussi, le fait de prévoir la couche d'abradable sur un anneau facilite son dépôt en comparaison d'un dépôt d'abradable sur une virole, plus contraignante et plus encombrante à manipuler.

[0024] La conception en deux demi-coquilles permet le montage d'un rotor composé d'un tambour aubagé (« blum ») et une virole annulaire monobloc peut recevoir des roues mobile monoblocs (blisks) assemblées de manière non permanente.

Brève description des dessins

[0025]

La figure 1 représente une turbomachine selon l'invention ;

La figure 2 représente une vue en coupe schématisée d'une partie d'un compresseur de l'état de l'art ;

La figure 3 représente une vue en coupe d'un carter de compresseur selon l'invention ;

Les figures 4 et 5 illustrent deux exemples de conception pour une plateforme de fixation d'aubes selon l'invention ;

La figure 6 montre deux exemples d'un élément de fixation utilisé pour fixer la plateforme à la virole.

Description des modes de réalisation

[0026] Dans la description qui va suivre, les termes « interne » (ou « intérieur ») et « externe » (ou « extérieur ») renvoient à un positionnement radial par rapport à l'axe de rotation d'une turbomachine. La direction axiale correspond à la direction le long de l'axe de rotation de la turbomachine. La direction radiale est perpendiculaire à l'axe de rotation. L'amont et l'aval sont en référence au sens d'écoulement principal du flux dans la turbomachine. Le terme « solidaire » est compris comme solidaire en rotation, et notamment rigidement lié. Le terme « monobloc » est équivalent à « venu de matière » et désigne différents éléments réalisés dans un même bloc de matière, par opposition à « rapporté » qui signifie qu'un élément est rattaché, après sa fabrication, à un autre élément. Les figures représentent les éléments de manière schématique, notamment sans l'intégralité des éléments d'assemblage ou d'étanchéité. Certaines dimensions et notamment l'épaisseur radiale des différentes pièces, sont exagérées afin de faciliter la compréhension des figures.

[0027] La figure 1 représente de manière simplifiée une turbomachine 2 qui comprend un compresseur basse-pression 4 et un compresseur haute-pression 6, une chambre de combustion 8 et deux turbines 10. En fonc-

tionnement, la puissance mécanique des turbines 10 met en mouvement les deux compresseurs 4 et 6 au moyen d'arbres respectifs 12, 13. Les compresseurs 4, 6 comportent plusieurs rangées d'aubes de rotor (ou rotoriques) associées à des rangées d'aubes de stator (ou statoriques). La rotation du rotor 15 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.

[0028] Une soufflante 16 est couplée à l'arbre 12 et génère un flux d'air qui se divise en un flux primaire 18 et en 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.

[0029] Des moyens de démultiplication, tel un réducteur 17, par exemple épicycloïdal, peuvent réduire la vitesse de rotation de la soufflante 16 par rapport à la turbine associée.

[0030] Un carter amont 22 muni de bras de support (ou « struts ») maintient le réducteur 17 et soutient la partie amont de la turbomachine. Un carter de compresseur 24 supporte le compresseur 4. Un carter inter-compresseur 5 comprenant des bras de support est disposé entre le compresseur basse-pression 4 et le compresseur haute-pression 6.

[0031] En fonctionnement, les différents carters sont amenés à supporter des charges importantes. La soufflante tend à tirer l'ensemble de l'avion vers l'avant. Les carters sont des pièces mécaniques qui doivent donc supporter chacun au moins une partie de la poussée générée par la soufflante. La virole externe participe à la rigidité de la structure et subit une partie de ces efforts, matérialisés schématiquement par la flèche notée F sur la figure 1. Des points de concentration des contraintes sont également illustrés, notamment au droit des bras structuraux aval. En rattachant les aubes directement à la virole, celles-ci subissent également une partie des contraintes mécaniques de la virole. L'idée de l'invention telle que décrite plus loin est de dissocier les aubes des efforts de la virole et ainsi séparer les fonctions de guidage du flux, d'attache d'abradable, d'intégration de traitement de carter de celle-ci.

[0032] La figure 2 est une vue en coupe du compresseur 4 dans une turbomachine connue. On peut y observer une partie de la soufflante 16 ainsi que le bec de séparation 28 des flux primaire 18 et secondaire 20. Le rotor 15 peut comprendre plusieurs rangées d'aubes rotoriques 30.

[0033] Le compresseur basse-pression 4 comprend au moins un redresseur qui contient une rangée annulaire d'aubes statoriques 32 ayant pour but de redresser le flux d'air dévié par les aubes tournantes.

[0034] Le compresseur basse-pression 4 comprend un carter 34. Le carter 34 présente une forme généralement axisymétrique pouvant intégrer des renforts, des cannelures ou des nervures de rigidification. Le carter 34 comprend une virole 35 dont les extrémités axiales présentent des brides de fixation 36, par exemple des

brides annulaires de fixation 36 pour la fixation du bec de séparation 28 et/ou pour se fixer à un carter intermédiaire 5 de la turbomachine.

[0035] Les aubes statoriques 32 s'étendent essentiellement radialement depuis le carter 34 jusqu'à des viroles internes 38. Une des rangées d'aubes statoriques 32 peut être à orientation variable autour de son axe 40. Les aubes statoriques 32 sont fixées au carter 34 au moyen de plateformes 42. Une couche de matériau abradable 44 est généralement prévue en regard des aubes rotoriques 30. Dans une telle configuration, les zones d'ancrages des aubes statoriques - les logements (lamage, « baignoires ») accueillant les plateformes 42 - forment des zones de concentrations de contraintes car elles concentrent à la fois les efforts encaissés par les aubes statoriques induits par le redressement du flux d'air 18 et les efforts transmis depuis la soufflante 16 ou le réducteur 17. Ces zones sont donc généralement renforcées avec des surépaisseurs de matière. À cela s'ajoute les cordons de soudure des plateformes 42 à la virole 35. Tout ceci présente un poids non négligeable.

[0036] La figure 3 décrit un carter 34 selon l'invention. La virole 35 est de forme généralement tubulaire et peut être constituée de plusieurs sections angulaires comme par exemple deux demi-coquilles, jointes dans un plan comprenant l'axe 14. La virole comprend deux brides 36 pour sa fixation à un carter amont (22 sur la figure 1 et partiellement représenté sur la figure 3), et à un carter intermédiaire (5 sur la figure 2).

[0037] La virole 35 dispose d'une surface extérieure 35.1 et d'une surface intérieure 35.2.

[0038] Les aubes statoriques 32 s'étendent radialement vers l'intérieur depuis la virole 35. Les aubes 32 sont fixées à la virole 35 au moyen de plateformes 42. Les plateformes 42 peuvent être monobloc avec les aubes 32. Les plateformes 42 sont fixées à la virole 35 avec des moyens qui sont décrits ci-après s'étendant selon l'axe A.

[0039] Les aubes rotoriques 30 sont partiellement représentées. Elles peuvent venir en vis-à-vis d'une couche de matériau abradable 44. Cette dernière est portée par un anneau 46.

[0040] Les extrémités internes des aubes 32 sont supportées par une virole interne 38 sous laquelle peut être rapportée une couche de matériau abradable 48 qui peut coopérer avec des lèchettes d'un rotor (15 sur la figure 2).

[0041] La figure 3 illustre trois étages de compression, formés chacun d'une paire de rangées d'aubes rotoriques 30 et statoriques 32. Il est à noter que l'invention n'est pas limitée à ce nombre d'étages de compression.

[0042] Des flasques 50, 52 peuvent venir assurer la continuité de la veine d'air en amont et en aval de ces trois étages.

[0043] Une portion agrandie de la figure 3 montre en détail le contact entre un anneau 46 et une plateforme 42.

[0044] La plateforme 42 comprend une surface externe 42.1 qui est au contact de la virole 35. L'étanchéité peut y être réalisée au moyen d'un joint comme par exem-

ple celui illustré dans le document WO 2019/105610 A1. La surface interne 42.2 de la plateforme est une surface de guidage de l'air.

[0045] L'anneau 46 quant à lui comprend une surface externe 46.1 qui peut être en appui sur la virole 35 et une surface interne 46.2 qui définit une gorge interne accueillant la couche de matériau abrasable 44.

[0046] Dans cet exemple, une surface 42.3, 46.3 ayant un profil en « S » prévue sur la plateforme 42 ainsi que sur l'anneau 46 vient assurer le contact linéique entre la plateforme 42 et l'anneau 46. La surface 42.3 est prévue sur une ou plusieurs portées 42.4 de la plateforme 42. La surface 46.3 est prévue sur une lèvre 46.4 de l'anneau 46.

[0047] Lorsque l'anneau 46 - préférentiellement métallique - se déforme en fonctionnement sous l'action de la dilatation thermique (la sienne ou celle du rotor), le point de contact entre l'anneau 46 et la plateforme 42 peut se déplacer car la lèvre 46.4 se déforme.

[0048] De même le point de contact entre la surface externe 46.1 de l'anneau 46 et la surface interne 35.2 de la virole 35 peut se déplacer, l'anneau 46 étant monté flottant dans la virole 35. La conception des différentes surfaces (profils et jeux) est adéquatement choisie pour permettre une dilatation de l'anneau même dans les conditions de températures maximales généralement admissibles en fonctionnement.

[0049] L'anneau 46 dispose enfin d'une gorge externe 46.5 permettant sa libre déformation sans contraintes de contact avec la virole 35. Cette gorge 46.5 forme également un plénum qui peut être utilisé pour intégrer un traitement de carter.

[0050] La figure 4 montre un premier exemple d'une plateforme 42, avec, en haut une vue isométrique, au milieu une vue de face (vu circonférentiellement) et en bas une vue de dessus (vue radialement).

[0051] La plateforme 42 comprend une surface externe 42.1 épousant sensiblement la surface interne 35.2 de la virole 35, et une surface interne 42.2 depuis laquelle s'étend l'aube 32. La plateforme 42 peut être monobloc avec l'aube 32.

[0052] Sur cet exemple, la plateforme comprend une portée 42.4 unique de chaque côté axial, présentant une surface 42.3 de contact avec les anneaux 46. La portée est radialement du côté intérieur de la plateforme 42. L'anneau est ainsi « coincé » radialement entre la virole et la plateforme, ce qui rend optionnel tout moyen d'assemblage de l'anneau aux plateformes ou à la virole. Si la portée 42.4 est ici présentée comme s'étendant circonférentiellement sur l'intégralité de la plateforme 42, de façon alternative, la portée 42.4 peut être uniquement sur une partie de la plateforme et peut donc présenter des surfaces d'arrêt circonférentiel avec l'anneau (voir figure 5). Un ergot 42.4' peut être agencé sur l'une et/ou l'autre des portées 42.4, de sorte à coopérer avec une encoche d'un anneau et ainsi limiter voire empêcher le débattement circonférentiel de l'anneau. L'anneau 46 et son encoche 46.6 sont partiellement représentés en

pointillés.

[0053] La plateforme a deux faces à ses extrémités circonférentielles 42.5, 42.6 qui peuvent être incurvées en partie ou en intégralité. La continuité de la surface de guidage du flux d'air est assurée par la continuité des surfaces des plateformes agencées bout-à-bout.

[0054] Un logement 42.10 pouvant recevoir un verrou (ou vis) est agencé sur la face externe 42.1. Il est dans cet exemple fait de deux parties 42.7, 42.8 chacune à une des extrémités 42.5, 42.6 de la plateforme. Ces deux parties peuvent être sensiblement cylindrique. L'une des parties, préférentiellement du côté convexe 42.5, comprend une portion externe avec un méplat 42.9 qui forme un arrêt radial pour le verrou. Alternativement, l'arrêt radial peut être un cache, rapporté sur la face externe 42.1. En assemblant les plateformes les unes contre les autres, les parties 42.7, 42.8 forment un logement 42.10 sensiblement cylindrique.

[0055] Des logements additionnels (non représentés) peuvent également être prévus sur la plateforme pour recevoir des éléments d'assemblage additionnels.

[0056] Certaines surfaces ou toutes les surfaces de la plateforme 42 peuvent demeurer brutes de fonderie.

[0057] La figure 5 montre une variante pour la géométrie de la plateforme 42. Dans cet exemple, plusieurs portées 42.4 sont agencées de chaque côté de la plateforme 42. Le nombre de portées 42.4 peut être différent entre un côté et l'autre. Leurs positions également. Dans cet exemple, elles sont agencées en quinconce, ce qui peut faciliter la mise en place des plateformes 42 sur l'anneau 46 ou vice versa.

[0058] Deux plateformes 42 circonférentiellement adjacentes peuvent être identiques ou différentes.

[0059] La surface notée 42.3' peut servir de butée circonférentielle à l'anneau 46, ayant des échancrures correspondantes pour s'emboîter dans les portées 42.4 de la plateforme 42.

[0060] La variante de la figure 5 est donc certes une plateforme 42 plus complexe à fabriquer mais elle peut présenter des avantages sur l'indexation en position de l'anneau 46.

[0061] La figure 6 montre deux exemples d'un élément de fixation 54 dont la tête 54.1 peut pénétrer dans le logement et la tige 54.2, éventuellement filetée, peut s'étendre au travers et au-delà de la virole 35.

[0062] Sur l'exemple de gauche figure une vis 54. Dans une étape de montage du carter, la tête 54.1 est insérée dans un demi-logement d'une plateforme 42 puis une plateforme adjacente vient renfermer la tête 54.1 sous le méplat 42.9. Un écrou est ensuite vissé sur la tige filetée 54.2 depuis l'extérieur. Cette technique peut être répétée pour chaque plateforme, sur deux demi-coquilles de virole 35 (180°), puis les demi-coquilles sont assemblées l'une à l'autre. Alternativement, lorsque la virole est annulaire monobloc, toutes les plateformes d'une même rangée annulaire sont assemblées à la virole avant qu'un anneau ne soit empilé sur les plateformes.

[0063] Sur l'exemple de droite figure un verrou 54. Celui-ci comprend une tête 54.1 qui est une protrusion radiale de la tige 54.2. L'assemblage est identique à celui effectué avec la vis. Le verrou présente un poids plus faible que la vis bien qu'il nécessite un positionnement angulaire précis autour de l'axe A pour que la tête 54.1 demeure bien dans le logement.

[0064] L'invention a été décrite au moyen d'exemples de modes de réalisation mais n'y est pas limitée. Des éléments de chaque mode de réalisation sont combinables avec des éléments d'autres modes de réalisation.

[0065] Le nombre d'étages de compression peut être adapté aux besoins et être ainsi de 1, 2, 3 ou 4, voire plus. L'un des étages peut comprendre une rangée d'aubes à calage variable. Alternativement, cette rangée d'aubes à calage variable peut venir en amont du carter 34 (figure 3 du document WO 2019/105610 A1).

[0066] Si le domaine d'application privilégié du carter selon l'invention concerne les architectures dans lesquelles la virole extérieure reprend des efforts importants, comme sur la figure 2, où le carter est interposé entre deux carter structuraux (5 et 22), l'invention n'y est pas limitée.

[0067] Lorsque l'anneau est formé de plusieurs segments angulaires, ceux-ci peuvent être en contact flottant les uns des autres circonférentiellement, ou être assemblés par encliquetage (tenon/mortaise, queue d'aronde, etc.). L'assemblage des plateformes (avec verrou ou vis) peut également s'appliquer aux segments d'anneaux. Cette technique peut venir en complément ou en alternative des portées et ergots sur les plateformes maintenant circonférentiellement et radialement les (segments d') anneaux.

Revendications

1. Carter (34) de compresseur pour turboréacteur (2) d'aéronef muni d'une soufflante entraînée par un réducteur, le carter (34) comprenant :

- une virole externe (35) faite de matériau composite et éventuellement formée de plusieurs segments angulaires de virole ; et

- une rangée annulaire de plateformes (42) fixées à la virole (35), chaque plateforme (42) supportant une ou plusieurs aube(s) statoriques (32) ;

le carter (34) étant **caractérisé en ce qu'il** comprend :

- un anneau (46), éventuellement formé de plusieurs segments angulaires d'anneau, et présentant une couche de matériau abrasable (44), l'anneau (46) reposant radialement sur des portées (42.4) des plateformes (42) de sorte qu'aucun effort axial ne puisse être transmis entre l'anneau (46) et les plateformes (42),

les surfaces (46.3) de l'anneau (46) au contact des plateformes (42) et les surfaces (42.3) des plateformes (42) au contact de l'anneau (46) étant des surfaces (42.3, 46.3) chanfreinées ou présentant un profil arrondi..

2. Carter (34) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'anneau (46) est maintenu radialement extérieurement, préférentiellement uniquement, par la virole (35) et intérieurement, préférentiellement uniquement, par les plateformes (42).

3. Carter (34) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** chaque plateforme (42) comprend une extrémité circonférentielle (42.5) aboutée à une extrémité circonférentielle (42.6) d'une plateforme (42) circonférentiellement adjacente, et les extrémités (42.5, 42.6) en regard des deux plateformes (42) circonférentiellement adjacentes comprennent chacune une portion de logement (42.7, 42.8), les deux portions de logement (42.7, 42.8) formant ensemble un logement (42.10) recevant un élément de fixation (54) des plateformes (42) à la virole (35).

4. Carter (34) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'élément de fixation (54) est une vis ou un verrou, muni(e) d'une tête (54.1) reçue dans le logement (42.10) et d'une tige (54.2), éventuellement filetée, s'étendant radialement au travers et à l'extérieur de la virole (35).

5. Carter (34) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'anneau (46) est fait d'un matériau métallique, comprenant une gorge interne (46.2) remplie de la couche de matériau abrasable (44) et une gorge externe (46.5) formant un dégagement radial entre l'anneau (46) et la virole (35).

6. Carter (34) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque plateforme (42) comprend une portée amont et/ou une portée aval (42.4) qui présente(nt) les surfaces (42.3) de contact radial et/ou circonférentiel avec l'anneau.

7. Carter (34) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'anneau (46) dispose d'une lèvre amont et/ou d'une lèvre aval (46.4), coopérant avec la plateforme (42).

8. Carter (34) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'anneau (46) est monté flottant dans la virole (35).

9. Carter (34) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la rangée de plateformes (42) est une première rangée et le carter (34) comprend une deuxième et éventuellement une troisième rangée de plateformes (42), et **en ce que** l'an-

neau (46) est un premier anneau et le carter (34) comprend un deuxième anneau et éventuellement un troisième anneau, chacun des anneaux (46) étant disposé en amont d'une rangée de plateformes (42) respectives.

10. Plateforme (42) de fixation d'une ou de plusieurs aube(s) statorique(s) à un carter (34) de compresseur de turbomachine, la plateforme (42) comprenant un logement (42.7, 42.8, 42.10) apte à recevoir un élément de fixation (54) destiné à sa fixation à une virole composite (35), et une portée amont et/ou sur une portée aval (42.4), munie(s) d'une surface (42.3, 42.3') chanfreinée ou arrondie apte à venir au contact d'un anneau (46) de sorte qu'aucun effort axial ne puisse être transmis entre l'anneau (46) et la plateforme (42). 5 10 15
11. Plateforme (42) selon la revendication 10, **caractérisée en ce qu'elle** comprend deux extrémités circonférentielles opposées (42.5, 42.6) présentant chacune une portion de logement (42.7, 42.8), telles que lorsque deux plateformes (42) adjacentes munies de telles portions de logements (42.7, 42.8) sont aboutées, les portions de logement (42.7, 42.8) forment ensemble un logement (42.10) destiné à recevoir l'élément de fixation (54) de telles plateformes (42) à la virole (35) ; et/ou **caractérisée en ce qu'elle** comprend un ergot (42.4') agencé sur au moins la portée amont et/ou la portée aval (42.4), destiné à servir de butée circonférentielle à un anneau (46).. 20 25 30
12. Plateforme (42) selon l'une des revendications 10 ou 11, **caractérisée en ce qu'elle** comprend plusieurs portées amont et/ou plusieurs portées aval (42.4), dont une ou plusieurs portées externes et une ou plusieurs portées internes, préférentiellement agencées en quinconce vu axialement. 35
13. Turbomachine (2) comprenant une soufflante (16) entraînée par un réducteur (17), un compresseur basse-pression (4), un compresseur haute-pression (6) et un carter intermédiaire (5), disposé entre le compresseur basse-pression (4) et le compresseur haute-pression (6), la turbomachine étant **caractérisée en ce que** le compresseur basse-pression (4) dispose d'un carter (34) selon l'une des revendications 1 à 9. 40 45
14. Turbomachine (2) selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** la virole (35) comprend une bride amont (36) et une bride aval (36), pour respectivement la fixer - directement ou non - à un carter amont (22) et au carter intermédiaire (5), le carter (34) comprenant un flasque amont (50) et un flasque aval (52), fixés aux brides respectives (36) et assurant une continuité de la surface de guidage du flux d'air avec un anneau (46) amont et une plateforme (42) 50 55

aval.

15. Procédé d'assemblage d'un carter (34) selon l'une des revendications 1 à 9 ou d'une turbomachine (2) selon la revendication 13 ou 14 comprenant une étape de mise en place d'étages de compresseurs dans une virole (35), éventuellement en empilant alternativement une rangée annulaire de plateformes (42) et un anneau (46).

Fig. 1

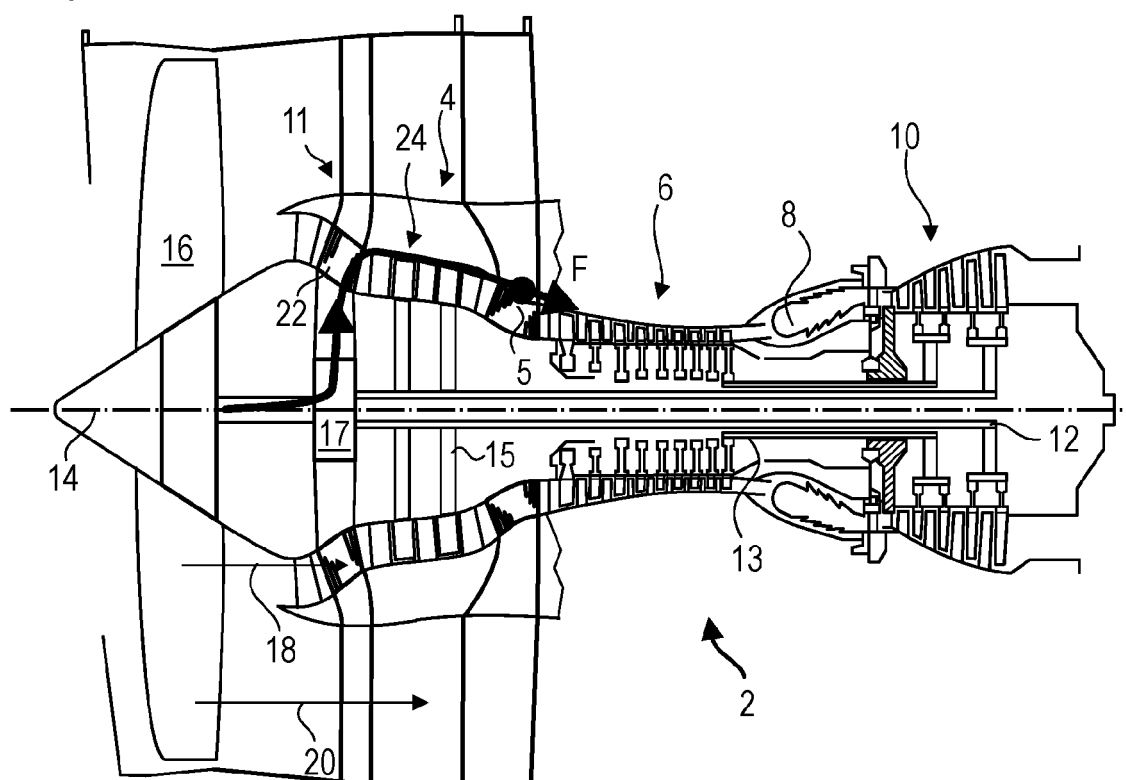


Fig. 2

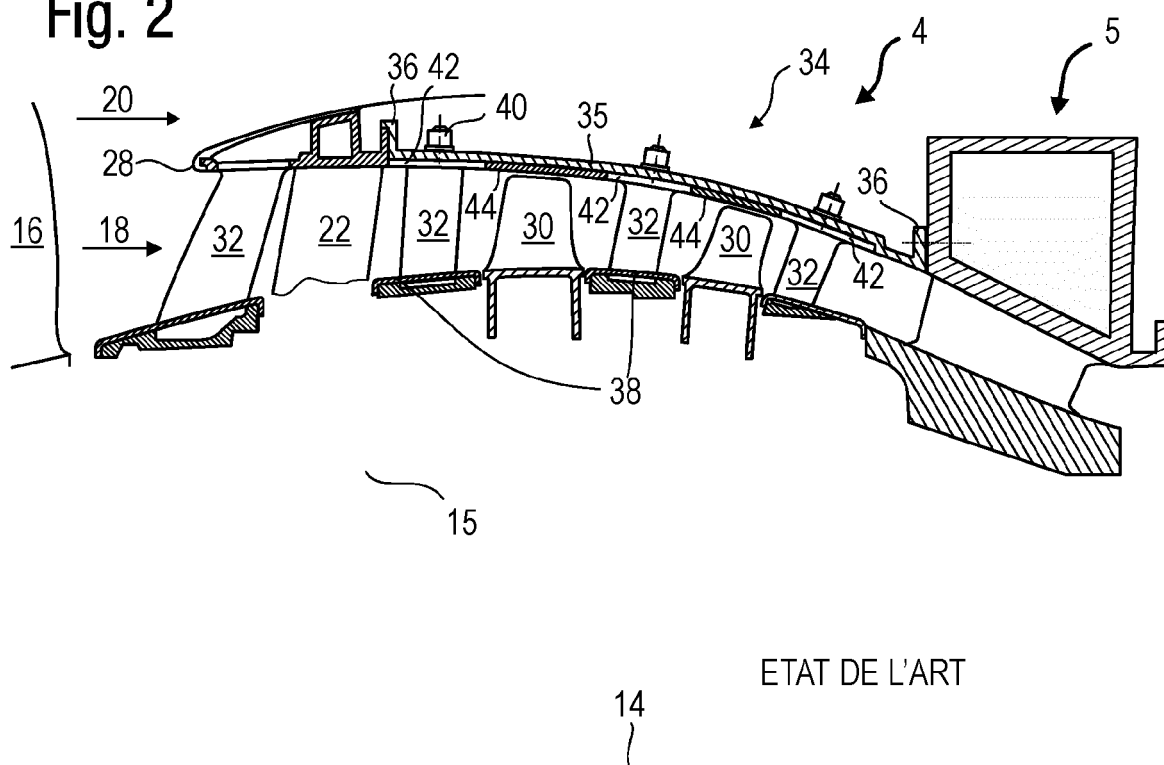


Fig. 3

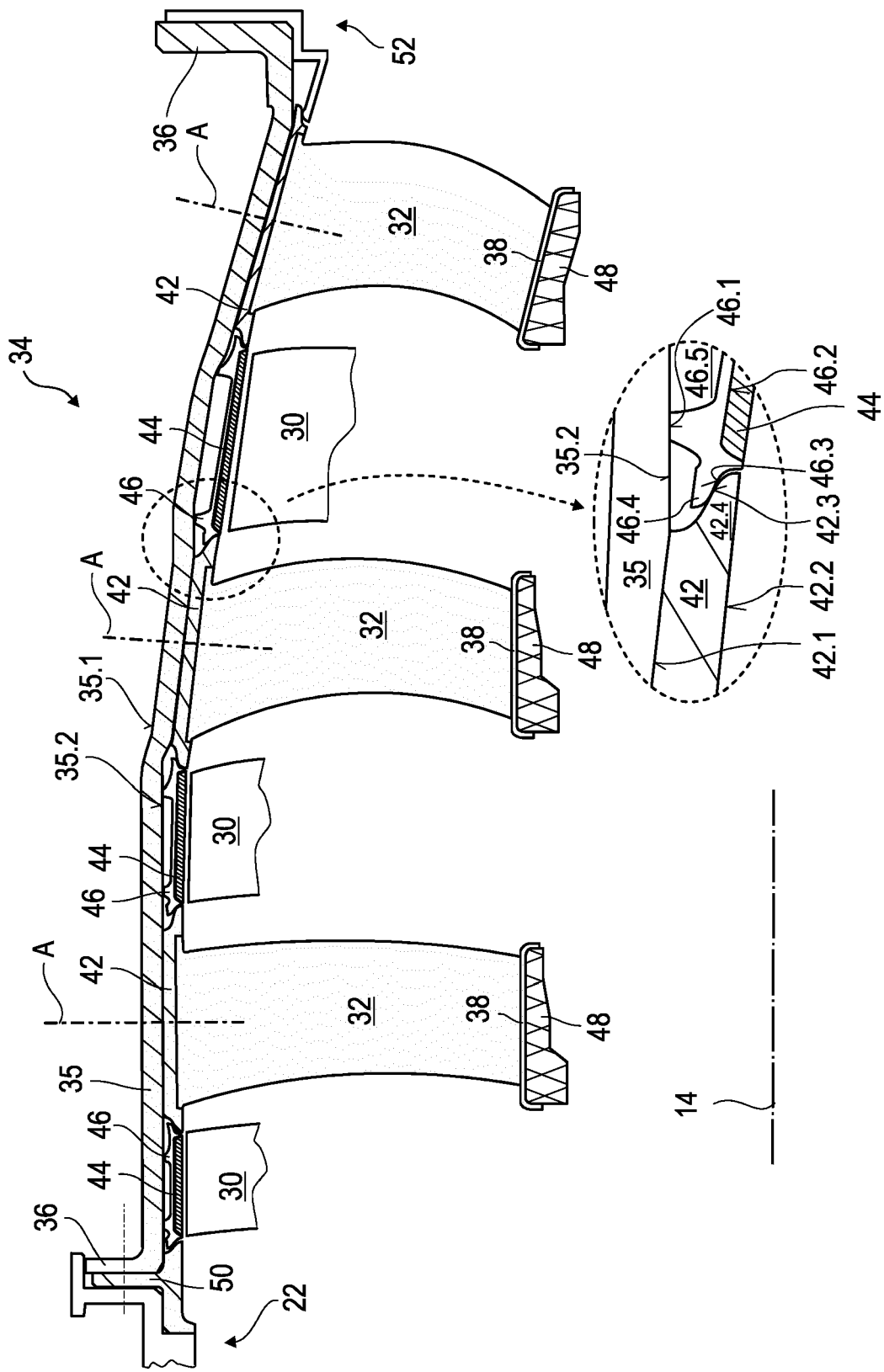


Fig. 4

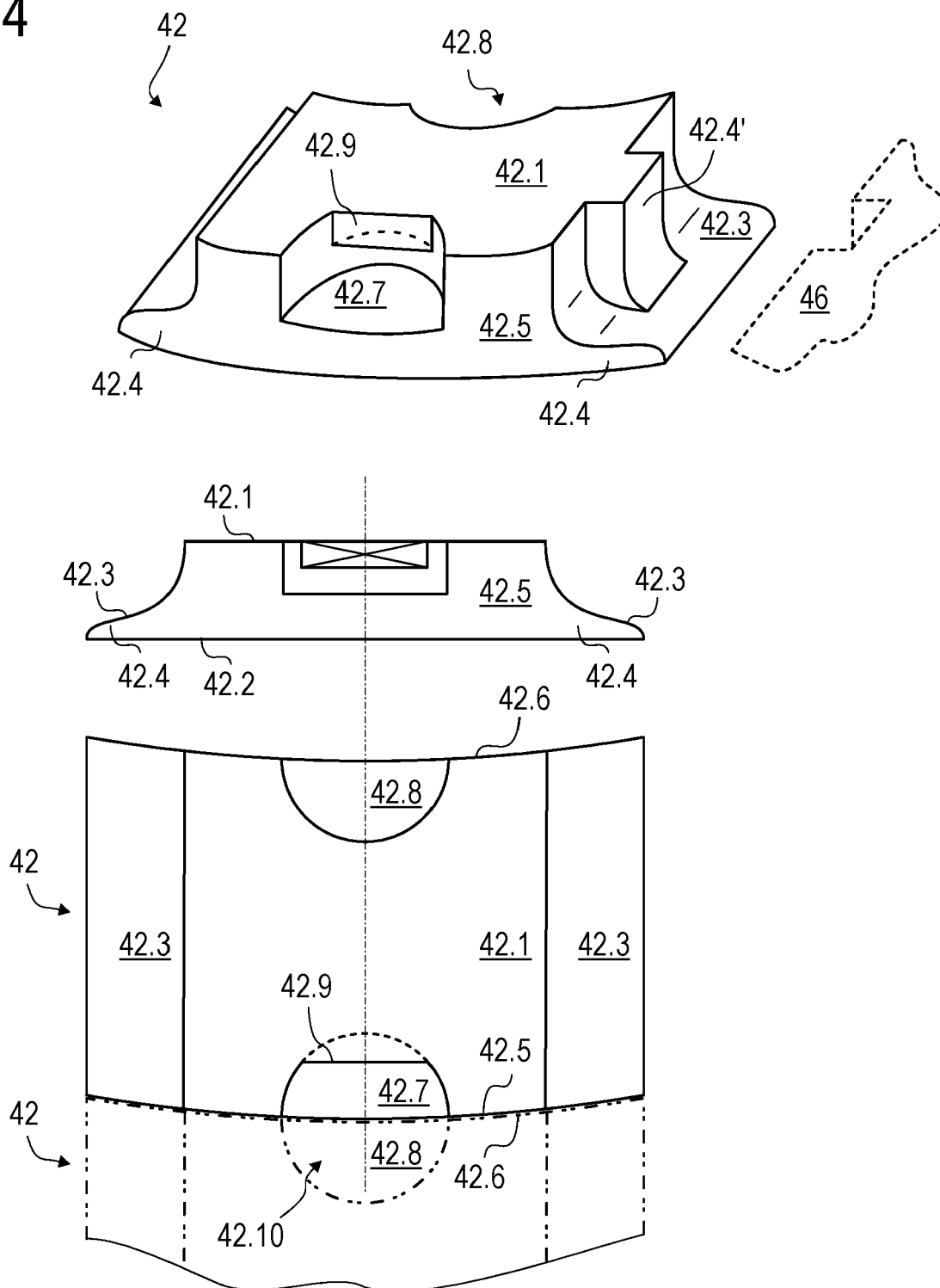


Fig. 5

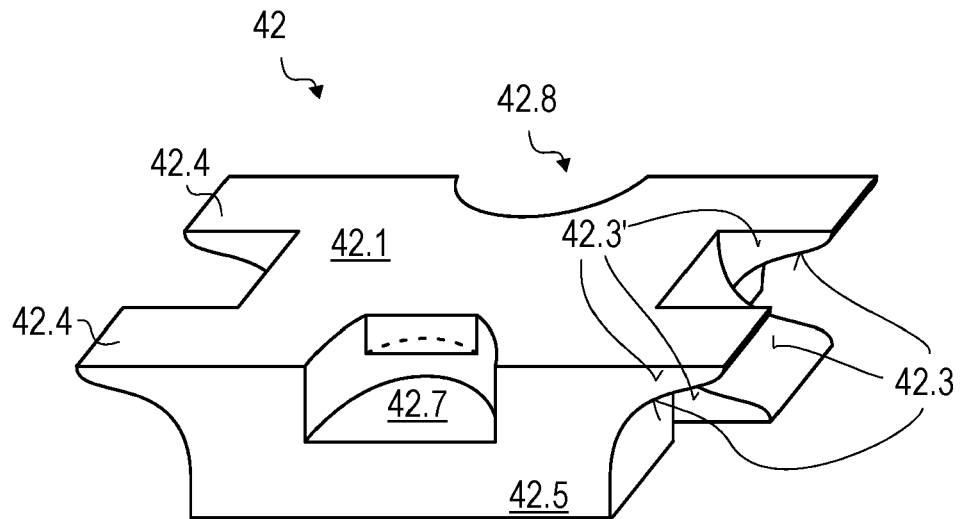
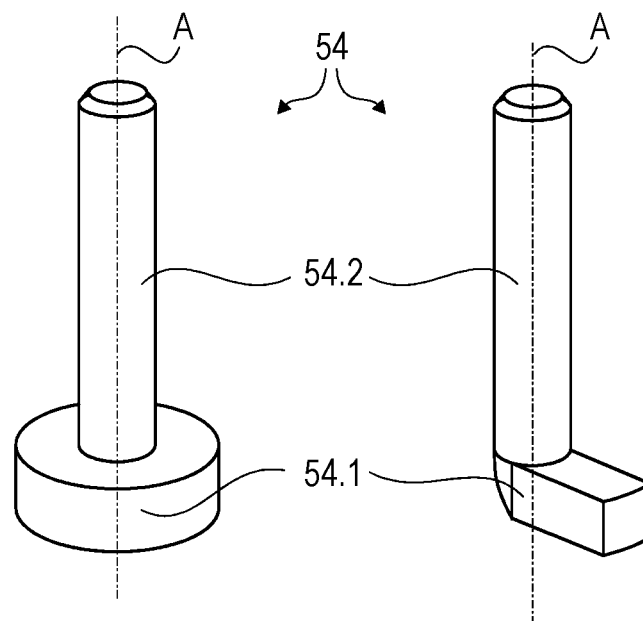


Fig. 6





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 15 9615

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	EP 2 896 796 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 22 juillet 2015 (2015-07-22) * alinéas [0036], [0042], [0047], [0048], [0050], [0055]; figures 1, 2, 4 *	1-15	INV. F01D25/24 F04D29/52
A	US 2 994 508 A (HOWALD WERNER E) 1 août 1961 (1961-08-01) * colonne 1, ligne 9 - ligne 16; figure 2 *	1-15	
X	US 2010/077612 A1 (TUDOR COURTNEY JAMES [US] ET AL) 1 avril 2010 (2010-04-01) * figures 1, 2 *	10-12	
A	US 4 522 559 A (BURGE JOSEPH C [US] ET AL) 11 juin 1985 (1985-06-11) * figures 1, 4 *	1-15	
A	US 10 577 963 B2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 3 mars 2020 (2020-03-03) * figure 3 *	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F01D F04D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 8 août 2022	Examineur Rolé, Florian
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 22 15 9615

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.

08-08-2022

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2896796 A1	22-07-2015	CN 104791303 A	22-07-2015
		EP 2896796 A1	22-07-2015

US 2994508 A	01-08-1961	AUCUN	

US 2010077612 A1	01-04-2010	AUCUN	

US 4522559 A	11-06-1985	AUCUN	

US 10577963 B2	03-03-2020	EP 3097273 A1	30-11-2016
		US 2016333715 A1	17-11-2016
		US 2020149425 A1	14-05-2020
		WO 2015109292 A1	23-07-2015

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 1426559 A1 **[0002]**
- US 2994508 A **[0003]**
- EP 2202385 A1 **[0010]**
- WO 2019105610 A1 **[0044] [0065]**