

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

Date de publication : 28/02/2017

Date de priorité :

Classification internationale : F01D 25/24, F01D 9/04, F01D 17/16, F04D 29/54, F04D 29/64, F04D 29/56

Numéro de dépôt : BE2015/5540

Date de dépôt : 26/08/2015

Demandeur :

SAFRAN AERO BOOSTERS S.A.
4041, HERSTAL
Belgique

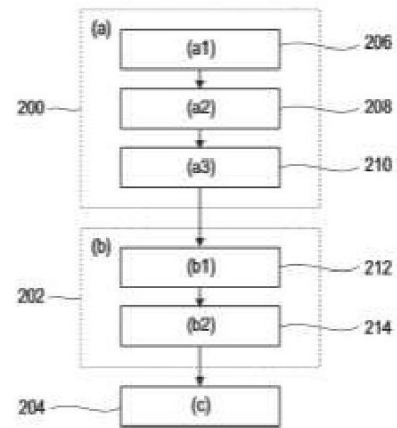
Inventeur :

PENALVER CASTRO Enrique
4877 OLNE
Belgique

CARTER A BOSSAGES DE COMPRESSEUR DE TURBOMACHINE AXIALE

L'invention propose un procédé de fabrication d'un carter de turbomachine axiale, par exemple du compresseur haute pression ou du compresseur base pression. Le carter comprend une paroi arquée avec un orifice, et un tube prolongeant radialement l'orifice en formant un bossage. Le procédé comprenant les étapes suivantes : (a) fourniture ou réalisation (200) d'une paroi arquée avec un orifice et une surface entourant l'orifice qui est orientée radialement, puis (b) soudage par friction orbitale (202) d'un tube rapporté contre la surface radiale, et dans le prolongement radial de l'orifice. L'ajout du tube permet de diminuer les usinages par tournage de la paroi à partir d'un brut embouti. Les fraisages diminuent également. L'invention améliore également une turbomachine avec des conduites de dégivrage et des aubes orientables (VSV) montés aux tubes.

FIG. 4



Description

CARTER A BOSSAGES DE COMPRESSEUR DE TURBOMACHINE AXIALE

Domaine technique

L'invention concerne un carter de turbomachine présentant des bossages de fixation. Plus précisément, l'invention propose un procédé de fabrication d'un carter à bossages liés à des équipements de la turbomachine. L'invention a également trait à une turbomachine axiale, notamment un turboréacteur d'avion ou un turbopropulseur d'aéronef.

Technique antérieure

La structure d'un turboréacteur d'avion est complexe en raison du nombre d'éléments et de leurs modes d'assemblage. Plusieurs équipements sont liés au stator de manière rigide tout en respectant un impératif de légèreté. Le carter du compresseur haute pression supporte plusieurs rangées d'aubes à calage variable, c'est-à-dire inclinables par rapport au flux. Il devient alors possible de changer la compression qu'ajoute chaque étape de compression. L'écoulement est alors piloté en fonction du débit et de la vitesse de rotation. Pour permettre ce calage variable, le carter comprend une série de bossages percés dans lesquels sont articulées les aubes à calages variables. Des liaisons pivots sont formées.

Le document US 2005/0135926 A1 divulgue un turboréacteur comprenant deux compresseurs. L'un d'eux est équipé de plusieurs rangées d'aubes à calage variable dont l'actionnement est assuré par des bagues. La rotation de ces dernières pivote les leviers de commande disposés aux extrémités externes des fusées de chaque aube afin d'en moduler l'orientation dans le flux. Chaque fusée s'étend radialement et est montée pivotante dans un tube afin de former une liaison pivotante.

Les tubes et les fusées sont allongés radialement afin d'augmenter la rigidité de maintien des aubes. Mais leur allongement augmente le diamètre externe du carter monobloc les réunissant. Un tel carter est généralement produit à partir d'un carter brut réalisé par forgeage. L'enveloppe du carter brut englobe les formes des tubes, et montre une épaisseur généralement constante.

Or, le besoin de réaliser une paroi fine et des tubes allongés augmente l'épaisseur radiale de l'usinage à réaliser. En employant un procédé de tournage, le temps de fabrication reste long. Les opérations de fraisage pour séparer les tubes et pour alléger le carter sont onéreuses à cause du volume de matière à enlever. De plus, l'accessibilité se réduit entre les tubes rapprochés ce qui diminue la taille de la fraise adaptée. La quantité de matière du carter brut de départ représente une dépense importante. Par conséquent, le coût de revient du carter fini reste élevé.

Résumé de l'invention

Problème technique

- 10 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 simplifier la réalisation d'un carter de turbomachine. L'invention a également pour objectif de proposer une solution simple, résistante, légère, économique, fiable, facile à produire, commode d'entretien, d'inspection aisée, et améliorant le rendement.

15

Solution technique

- L'invention a pour objet un procédé de fabrication d'un carter de turbomachine axiale, notamment de compresseur de turbomachine axiale, le carter comprenant : une paroi arquée avec un orifice, et un tube prolongeant radialement l'orifice, le
- 20 procédé comprenant les étapes suivantes : (a) fourniture ou réalisation d'une paroi arquée avec un orifice et une surface entourant l'orifice qui est orientée radialement, remarquable en ce que le procédé comprend en outre une étape (b) soudage d'un tube contre la surface radiale et dans le prolongement radial de l'orifice.
- 25 Selon un mode avantageux de l'invention, à l'étape (b) soudage, le soudage est un soudage par friction, notamment un soudage par friction orbitale.
- Selon un mode avantageux de l'invention, à l'étape (a) fourniture ou réalisation, la paroi comprend une surépaisseur entourant l'orifice et sur laquelle est formée la surface radiale.
- 30 Selon un mode avantageux de l'invention, à l'étape (b) soudage, la paroi comprend une surépaisseur entourant le tube et/ou la ou chaque surépaisseur

formant éventuellement une rangée annulaire de plots ou une bande annulaire de matière.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'étape (b) soudage comprend la mise en place d'un support contre la paroi à l'opposé du tube qui obture l'ouverture.

- 5 Selon un mode avantageux de l'invention, à l'étape (a) fourniture ou réalisation, l'orifice est un trou traversant ou un trou borgne, et/ou l'orifice comprend deux portions superposées radialement et présentant des tailles différentes.

Selon un mode avantageux de l'invention, à l'étape (b) soudage, la paroi comprend un chanfrein épousant le tube et/ou entourant le tube.

- 10 Selon un mode avantageux de l'invention, l'étape (b) soudage comprend une étape (b1) fabrication du tube par fabrication additive par couches, notamment à base de poudre et par faisceau d'électrons.

- Selon un mode avantageux de l'invention, à l'étape (a) fourniture ou réalisation, la paroi comprend plusieurs orifices, l'étape (b1) fabrication du tube comprend la
15 réalisation d'un bloc de matière avec plusieurs tubes, à l'issue de l'étape (b) soudage chaque tube du bloc est associé à un orifice de la paroi, le bloc étant préférentiellement réalisé par fabrication additive par couches, à base de poudre, et par faisceau d'électrons.

- Selon un mode avantageux de l'invention, la paroi est réalisée en titane ou en
20 alliage de titane.

Selon un mode avantageux de l'invention, le tube prolonge l'orifice radialement vers l'extérieur et/ou la surface radiale est une surface externe.

- Selon un mode avantageux de l'invention, la paroi comprend au moins une rangée annulaire d'orifices et au moins une rangée annulaire de tubes, chaque tube
25 prolongeant un orifice associé.

Selon un mode avantageux de l'invention, le ou chaque orifice présent au moins un, éventuellement deux profils circulaires.

- La présence d'un orifice sur la paroi n'est pas un aspect indispensable de l'invention. L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un
30 carter de turbomachine axiale, le carter comprenant une paroi arquée et un tube prolongeant radialement la paroi, le procédé comprenant une étape de fourniture et réalisation d'une paroi avec une surface orientée radialement, remarquable en

ce que le procédé comprend une étape de soudure par friction, notamment orbitale, d'un tube contre la surface radiale.

L'invention a également pour objet une turbomachine, comprenant un carter, remarquable en ce que le carter est issu du procédé de fabrication selon l'invention, éventuellement le carter est formé de demi-coquilles.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un compresseur basse pression, le carter étant celui du compresseur basse pression, le tube étant disposé à distance axialement d'une rangée annulaire d'aubes statoriques, préférentiellement axialement entre deux rangées annulaires d'aubes statoriques.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un compresseur haute pression, le carter étant celui du compresseur haute pression, le tube étant disposé au niveau axialement d'une rangée annulaire d'aubes statoriques.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'orifice comprend deux portions radiales de diamètres différents.

Selon un mode avantageux de l'invention, le carter comprend une bride annulaire radiale de fixation dont la hauteur radiale est inférieure à la profondeur radiale de l'orifice.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend une aube à calage variable avec une tige montée pivotante dans l'orifice et traversant le tube.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un panneau acoustique avec une fixation fixée à l'orifice, notamment au contact du le tube.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un conduit de dégivrage et/ou de refroidissement avec une fixation fixée à l'orifice dans le tube.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un joint annulaire, notamment une couche de matériau abradable, disposé axialement au droit du tube.

Selon un mode avantageux de l'invention, la paroi présente une épaisseur radiale inférieure ou égale à 6,00 mm, préférentiellement inférieure ou égale à 4,00 mm, plus préférentiellement inférieure ou égale à 3,00 mm.

De manière générale, les modes avantageux de chaque objet de l'invention sont également applicables aux autres objets de l'invention. Dans la mesure du possible, chaque objet de l'invention est combinable aux autres objets.

5 Avantages apportés

L'invention autorise un rallongement marqué des tubes sans influencer sur le coût d'usinage, et donc sans impacter significativement le prix final du carter. Ainsi, le coût de la rigidité de fixation par les tubes ne pénalise que modérément le coût du carter.

- 10 L'invention permet d'améliorer la qualité de l'usinage des tubes. En effet, ils peuvent être réalisés sur un support dédié où les phénomènes d'efforts de coupe et les vibrations ne sont pas pénalisants.

En cas de non-conformité d'un tube après alésage ou rectification de sa surface interne, la correction est plus simple à apporter. En effet, il suffit de souder un

- 15 autre tube au lieu de pénaliser le carter brut en cours de fabrication. Il est également permis de placer un élément dans le tube puis de souder le tube en emprisonnant l'élément. Ceci évite le risque de perdre dudit élément.

Brève description des dessins

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

- 20 La figure 2 illustre un carter de compresseur basse pression de turbomachine selon l'invention.

La figure 3 esquisse un carter de compresseur basse pression de turbomachine selon l'invention.

La figure 4 montre un procédé de réalisation d'un carter selon l'invention.

25 **Description des modes de réalisation**

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 radiale est perpendiculaire à l'axe de rotation. L'amont et l'aval sont en référence au sens d'écoulement principal du flux

30 dans la turbomachine.

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
5 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. 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
10 ainsi de générer un débit d'air et de comprimer progressivement ce dernier jusqu'à l'entrée de la chambre de combustion 8.

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
15 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 de poussée. Les flux primaire 18 et secondaire 20 sont des flux annulaires, ils sont canalisés par le carter de la turbomachine et/ou par des viroles. A cet effet, le carter présente des parois
20 cylindriques qui peuvent être internes et externes. En particulier, le compresseur basse pression et le compresseur haute pression comprennent chacun un carter, notamment un carter externe. L'invention s'applique également à un carter de turbine, ou encore à un carter de soufflante.

Des moyens de démultiplication, telle une transmission, peuvent augmenter la
25 vitesse de rotation transmise aux compresseurs, et/ou réduire la vitesse de rotation de la soufflante. Ceci peut être assuré par un réducteur épicycloïdal, l turbomoteur correspondant étant désigné par l'acronyme anglophone GTF pour « Gear TurboFan ». La présence de la transmission augmente les besoins de lubrification et de refroidissement.

30 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 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. Les aubes rotoriques forment un ensemble monobloc avec le rotor. Elles peuvent être soudées sur un tambour 28 ou sur des disques, par exemple par friction. Elles peuvent également être taillées dans la masse en même temps que le rotor. Le rotor et les aubes rotoriques peuvent adopter une autre technologie : elles peuvent comprendre des queues d'arondes insérées dans des gorges annulaires de rétention formées sur le rotor.

Le compresseur basse pression 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 pour redresser le flux d'air, de sorte à convertir la vitesse du flux primaire 18 en pression statique.

Les aubes statoriques 26 s'étendent essentiellement radialement depuis le carter externe 30 du compresseur 4. Elles peuvent y être fixées et immobilisées à l'aide d'axes de fixation 32 qui traversent des orifices formés dans la paroi arquée 34 du carter 30. Ou encore, elles peuvent être soudées dans des ouvertures formées dans la paroi arquée 34 du compresseur 4. Une fixation par collage est également envisagée. Chaque aube peut comprendre une plateforme de fixation 36, éventuellement avec un disque reposant contre la surface interne de la paroi 34. En face, le carter 30 peut comprendre des facettes contre lesquelles les plateformes viennent se monter. Le carter 34 peut comprendre une ou plusieurs gorges annulaires internes dans lesquelles sont logées les plateformes 36. Ces gorges permettent un blocage en rotation grâce à leurs épaulements.

Les aubes statoriques 26 sont régulièrement espacés les unes des autres, et présentent une même orientation angulaire dans le flux 18. Avantageusement, les aubes 26 d'une même rangée sont identiques. Optionnellement, l'espacement entre les aubes peut varier localement tout comme leurs orientations angulaires. Certaines aubes 26 peuvent différer du reste des aubes de leur rangée. Le carter 30 peut être formé de plusieurs anneaux accouplés axialement, ou de demi-coquilles. Il peut comprendre plusieurs quartiers couvrant chacun une portion angulaire, par exemple d'un quart, d'un cinquième ou d'un huitième de tour.

La paroi 34 peut présenter un profil de révolution autour de l'axe 14. Ce profil de révolution peut s'étendre principalement axialement. Il peut être généralement

droit, ou sensiblement courbe. Il peut se rapprocher de l'axe 14 vers l'aval. La paroi 34 peut être délimitée en amont par une bride annulaire de fixation 38 s'étendant radialement. La bride annulaire 38 permet la fixation du bec de séparation 22. Une bride aval (non représentée) peut délimiter axialement la paroi 34 et permettre une fixation au carter intermédiaire de soufflante de la turbomachine. Une bride annulaire radiale intermédiaire peut être prévue, elle peut être formée par une rangée de tubes. Une telle bride intermédiaire peut former un cerclage renforçant circulairement la paroi 34.

Le carter 30 peut comprendre une portion amont, éventuellement sous la forme d'une virole externe, qui est liée au bec de séparation 22. Cette virole peut être réalisée en un matériau composite à matrice organique. La paroi 34 du carter 30 peut être mixte, elle peut comprendre un tronçon axial en composite, et un autre tronçon axial métallique. La paroi 34 peut être prolongée en aval par un panneau acoustique 40. Celui-ci peut être fixé sur la paroi arquée 34 du carter 30, en particulier au niveau d'orifices prolongés par des tubes 42. Ces tubes 42 sont communément appelés bossages. Les tubes 42 sont avantageusement soudés sur le carter 30, plus exactement sur la surface externe de sa paroi 34. Cette surface externe peut comprendre des portions en surépaisseur où sont soudés les tubes 42. Les tubes 42 peuvent comprendre des filetages internes pour permettre une fixation réversible. Les tubes 42 sont avantageusement disposés entre les rangées d'aubes statoriques 24. Ils peuvent être au droit de joints circulaires 44, par exemple en matériau abrasable coopérant avec les extrémités des aubes rotoriques 24. Le matériau du joint 44 peut boucher un orifice traversant un tube 42 et la paroi 34.

Le bec de séparation 22 peut comprendre un dispositif de dégivrage, ou antigivre. Ce dispositif est capable de dégivrer le bec de séparation 22, et/ou de faire fondre une accumulation de givre. A cet effet, le dispositif comporte un circuit permettant la circulation d'un fluide dégivrant, par exemple de l'huile ou un gaz chaud(e). Le gaz peut être prélevé dans le compresseur basse pression 4 ou dans le compresseur haute pression, et être réinjecté dans la veine du flux primaire 18. Le gaz peut éventuellement provenir d'une turbine. L'huile peut être de l'huile de lubrification des équipements de la turbomachine. Elle peut lubrifier des paliers des arbres du rotor, ou une transmission de démultiplication liée à la soufflante 16.

En parallèle, l'huile se refroidit au contact du bec de séparation 22 qui forme alors un échangeur de chaleur. Le circuit comprend un réseau de conduites 46, dont certaines sont fixées aux tubes 42.

La figure 3 esquisse une portion angulaire du carter 130 de compresseur haute pression. Cette figure 3 reprend la numérotation des figures précédentes pour les éléments identiques ou similaires, la numérotation étant toutefois incrémentée de 100. Des numéros spécifiques sont utilisés pour les éléments spécifiques à ce mode de réalisation. Les brides de fixation 138 amont et aval sont représentées.

Le carter 130 comporte une paroi arquée 134. Elle décrit un cercle complet ou une fraction de tour, par exemple un demi-cercle. La paroi 136 comprend au moins un orifice 148, préférentiellement plusieurs orifices 148. Les orifices 148 peuvent être agencés en une ou plusieurs rangées annulaires, ou encore en portions angulaires de rangée annulaire.

Au moins un ou chaque orifice 148 est prolongé radialement grâce à un tube 142.

Ainsi, les orifices 148 traversent à la fois la paroi 134 et les tubes 142. Au niveau de la rangée amont 150 chaque tube 142 est isolé de ses voisins, tandis que dans la rangée aval 152 les tubes 142 sont joints à leurs voisins. Inversement, les tubes amont peuvent être joints, et les tubes aval peuvent être isolés. Plusieurs tubes 142 joints peuvent être issus d'un même bloc de matière ; ils peuvent être venus de matière. Bien que seulement deux rangées (150 ; 152) de tubes 142 soient représentées, le carter 130 peut comprendre trois, quatre ou davantage de rangées (150 ; 152) de tubes 142 associé à des orifices 148.

Au moins un ou chaque orifice 148 est étagé. Un orifice 148 étagé comprend plusieurs portions circulaires de diamètres différents. Celle de diamètre supérieur peut être radialement l'intérieur, celle de diamètre supérieur peut débiter dans l'épaisseur de la paroi 134. La portion de diamètre supérieur peut recevoir un disque d'appui d'une aube orientable.

Au sein d'une même rangée (150 ; 152), les tubes 142 sont régulièrement espacés. Ils peuvent être employés pour y monter des aubes orientables (non représentée), ou réglables, en cours de fonctionnement de la turbomachine. Ces aubes sont couramment désignées par l'acronyme VSV pour l'expression anglaise « Variable Stator Vane ». Les aubes présentent des tiges montées pivotantes dans les orifices 148 et dans les tubes 142. Optionnellement, des paliers assurant

l'étanchéité et limitant la friction sont disposés dans les orifices 148 au contact des tiges. Des bagues et des leviers permettent de commander l'orientation des aubes ; une même bague pouvant entraîner plusieurs rangées.

Les tubes 142 peuvent être soudés à même la paroi 134, ou sur des
5 surépaisseurs 154. Ces dernières peuvent être des plots isolés, et éventuellement chanfreinés autour du tube 142 correspondant. Les surépaisseurs 154 peuvent également former des bandes, dont les bords décrivent optionnellement des sinusoides pour alléger le carter 134 tout en offrant une surface de réception suffisante. Les surépaisseurs 154 présentent des surfaces 156 orientées
10 radialement vers l'extérieur. Chacune d'elle entoure l'orifice 148 associé. Chaque surface radiale 156 est en dehors de l'orifice associé 148. Chaque orifice 148 présente un bord formant son pourtour. La surface radiale 156 entoure le bord de l'orifice 148 et est disposée sur la même face radiale de la paroi 134.

Un ou chaque tube 142 comprend une cloison extérieure qui enveloppe un espace
15 interne. Cet espace interne prolonge, augmente, l'orifice 148 associé. Le tube 142 est en dehors de l'orifice 148. La profondeur de son espace vide s'ajoute radialement à la profondeur de l'orifice 148 formé au travers de la paroi 134. Un tube 142 forme un fourreau, un palier, un manchon, une gaine, ou une rallonge. Au moins un ou chaque tube 142 peut être de section constante. Un tube 142 peut
20 également montrer une section variable, par exemple qui s'élargi en direction de la paroi 134 ; soit vers l'intérieur. Un tube 142 peut montrer une surface extérieure tronconique, un profil en ellipse, ou un profil en came. Sa surface interne peut être cylindrique pour assurer une liaison pivot. Sa cloison peut être d'épaisseur variable.

25 La figure 4 représente un diagramme du procédé de fabrication d'un carter. Il peut s'agir du carter représenté en figure 2 ou de celui en figure 3.

Le procédé comprend les étapes suivantes ; éventuellement réalisées dans l'ordre présenté ci-dessous :

- (a) fourniture ou réalisation 200 d'une paroi arquée avec un orifice et une surface
30 entourant l'orifice qui est orientée radialement ;
- (b) soudage 202 d'un tube contre la surface radiale et dans le prolongement radial de l'orifice ;
- (c) finitions 204 du carter.

L'étape (a) fourniture ou réalisation 200 d'une paroi arquée peut comprendre les phases intermédiaires suivantes :

(a1) fourniture ou réalisation d'un carter brut 206. Le carter brut peut être obtenu par forgeage à chaud, et/ou par cintrage, pour réaliser un tube droit ou sensiblement tronconique. Sa paroi brute renferme dans son épaisseur la paroi et les brides de fixation du carter fini.

(a2) usinage du carter brut 208. Cette phase peut s'effectuer par tournage et/ou par fraisage. Elle permet de former la paroi définitive en affinant la paroi brute, d'y former les surépaisseurs sur lesquelles sont soudés les tubes, et de délimiter les brides radiales de fixation amont et aval.

(a3) perçade de la paroi 210, pour y former les orifices traversant la paroi. Il est également possible de percer les brides radiales de fixation pour y réaliser des perçages de fixation.

L'étape (b) soudage 202 peut comprendre les phases intermédiaires suivantes :

(b1) fourniture ou réalisation d'un tube 212 ; puis

(b2) soudage par friction du tube sur la paroi 214 de manière à prolonger radialement l'orifice. Le carter devient alors un ensemble monobloc.

La phase (b1) fourniture ou réalisation 212 peut être une découpe d'un segment axial d'un tube. Il peut également s'agir de la réalisation du tube par fabrication additive, ce qui permet de réaliser un tube de géométrie complexe. En particulier, cela privilégie la réalisation d'un groupe de tubes dans un même bloc de matière. Lesdits tubes peuvent être joints au niveau de leurs cloisons qui se touchent. Des formes de plaquettes peuvent lier les tubes les uns aux autres.

La fabrication additive est par couches, elle met en œuvre de la poudre métallique, par exemple du titane. Ce matériau d'apport est localement fondue à la couche précédente pour la compléter. La source d'énergie employée pour la fusion du métal est avantageusement un faisceau d'électron pour obtenir une meilleure finesse géométrique. L'emploi d'un laser est également considéré.

La phase (b2) soudage par friction 214 peut être une soudure orbitale où le tube est frotté contre la surface de la paroi en décrivant des cercles autour de l'orifice associé. Le mouvement orbital permet de marier un tube à un orifice en faisant coïncider leur vides. Le tube peut également ou alternativement tourner autour de lui-même dans le mouvement de friction. Le mouvement de friction peut

également être un mouvement axial. L'étendue des surépaisseurs peut correspondre à l'amplitude du mouvement de friction choisi.

L'étape (b) soudage 202 comprend la mise en place d'un support obturant l'ouverture. Le support est provisoire. Il peut être local et coopérer avec
5 essentiellement une ouverture, ou être circulaire tel disque, et obturer une rangée annulaire d'ouvertures. Le support est placé à l'opposé du tube, par exemple à l'intérieur de la paroi. Il reprend les efforts radiaux de soudage par friction qui sont exercés par la machine de soudage par friction. Ceci évite de déformer la paroi qui a été fortement amincie pendant l'usinage.

10 L'étape (c) finitions peut comporter l'usinage des ébavurages des soudures par friction. Elle peut également comprendre l'usinage des plots sur lesquels sont soudés le tubes afin de les transformer en chanfreins autour des tubes, ceci ayant pour but de réduire l'encombrement et d'alléger le carter. L'enlèvement de protection peut s'effectuer à cette étape. Un polissage de surfaces fonctionnelles
15 peut être conduit. Il permet une fixation sur les surfaces traitées et lisses, et/ou une articulation du type tournante.

L'étape (c) finitions peut comprendre un contrôle visant à estimer la qualité des soudures du tube. Ce contrôle peut s'appliquer à chaque soudure, ou à un échantillon et reposer sur des statistiques. Des réparations et des retouches
20 peuvent être effectuées si nécessaire.

Les caractéristiques décrites en relation avec l'un des carters peuvent également s'appliquer à l'autre des carter. Le carter du compresseur basse pression peut comprendre des rangées d'aubes orientables. De même, les caractéristiques du procédé s'appliquent aux carters de compresseurs, et réciproquement.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un carter (30 ; 130) de turbomachine axiale (2), notamment de compresseur (4 ; 6) de turbomachine axiale, le carter (30 ; 130) comprenant : une paroi arquée (34 ; 134) avec un orifice (148), et un tube (42 ; 142) prolongeant radialement l'orifice (148), le procédé comprenant les étapes suivantes :
 - (a) fourniture ou réalisation (200) d'une paroi arquée (34 ; 134) avec un orifice (148) et une surface (156) entourant l'orifice (148) qui est orientée radialement,
 - (b) soudage (202) d'un tube (42 ; 142) contre la surface radiale (156) et dans le prolongement radial de l'orifice (148).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'à l'étape (b) soudage (202), le soudage est un soudage par friction, notamment un soudage par friction orbitale.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce qu'à l'étape (a) fourniture ou réalisation (200), la paroi (34 ; 134) comprend une surépaisseur entourant l'orifice (148) et sur laquelle est formée la surface radiale (156).
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'à l'étape (b) soudage (202), la paroi (34 ; 134) comprend une surépaisseur entourant le tube (42 ; 142) et/ou la ou chaque surépaisseur formant éventuellement une rangée annulaire de plots ou une bande annulaire de matière.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'étape (b) soudage (202) comprend la mise en place d'un support contre la paroi (34 ; 134) à l'opposé du tube (42 ; 142) qui obture l'ouverture.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'à l'étape (a) fourniture ou réalisation (200), l'orifice (148) est un trou traversant ou un trou borgne, et/ou l'orifice (148) comprend deux portions superposées radialement et présentant des tailles différentes.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'à l'étape (b) soudage (202), la paroi (34 ; 134) comprend un chanfrein épousant le tube (42 ; 142) et/ou entourant le tube (42 ; 142).
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'étape (b) soudage (202) comprend une étape (b1) fabrication (212) du tube (42 ; 142) par fabrication additive par couches, notamment à base de poudre et par faisceau d'électrons.
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'à l'étape (a) fourniture ou réalisation (200), la paroi (34 ; 134) comprend plusieurs orifices (148), l'étape (b1) fabrication (212) du tube (42 ; 142) comprend la réalisation d'un bloc de matière avec plusieurs tubes (42 ; 142), à l'issue de l'étape (b) soudage (202) chaque tube (42 ; 142) du bloc est associé à un orifice (148) de la paroi (34 ; 134), le bloc étant préférentiellement réalisé par fabrication additive par couches, à base de poudre, et par faisceau d'électrons.
10. Turbomachine (2) comprenant un carter (30 ; 130), caractérisée le carter (30 ; 130) est issu du procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 9, éventuellement le carter (30 ; 130) est formé de demi-coquilles.
11. Turbomachine (2) selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle comprend un compresseur basse pression (4), le carter (30) étant celui du compresseur basse pression (4), le tube (42 ; 142) étant disposé à distance axialement d'une rangée annulaire d'aubes statoriques (26), préférentiellement axialement entre deux rangées annulaires d'aubes statoriques (26).
12. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 10 à 11, caractérisée en ce qu'elle comprend un compresseur haute pression (6), le carter (130) étant celui du compresseur haute pression, le tube (42 ; 142) étant disposé au niveau axialement d'une rangée annulaire d'aubes statoriques.
13. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 10 à 12, caractérisée en ce que l'orifice (148) comprend deux portions radiales de diamètres différents.
14. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisée en ce que le carter (30 ; 130) comprend une bride annulaire radiale de fixation (38 ;

138) dont la hauteur radiale est inférieure à la profondeur radiale de l'orifice (148).

15. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 10 à 14, caractérisée en ce qu'elle comprend une aube à calage variable avec une tige montée pivotante dans l'orifice (148) et traversant le tube (42 ; 142).

16. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisée en ce qu'elle comprend un panneau acoustique (40) avec une fixation fixée à l'orifice, notamment au contact du le tube (42).

17. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 10 à 16, caractérisée en ce qu'elle comprend un conduit (46) de dégivrage et/ou de refroidissement avec une fixation fixée à l'orifice dans le tube (42).

18. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 10 à 17, caractérisée en ce qu'elle comprend un joint annulaire (44), notamment une couche de matériau abrasable, disposé axialement au droit du tube (42).

FIG. 1

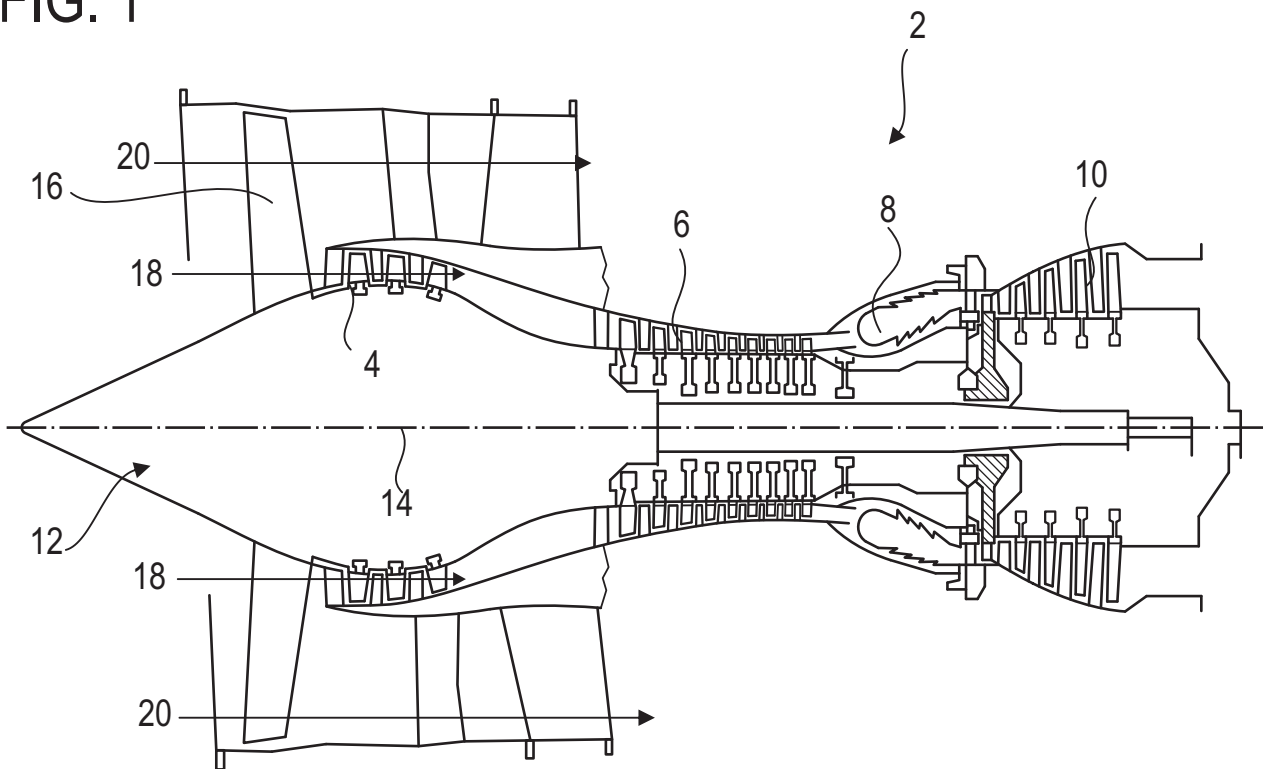


FIG. 2

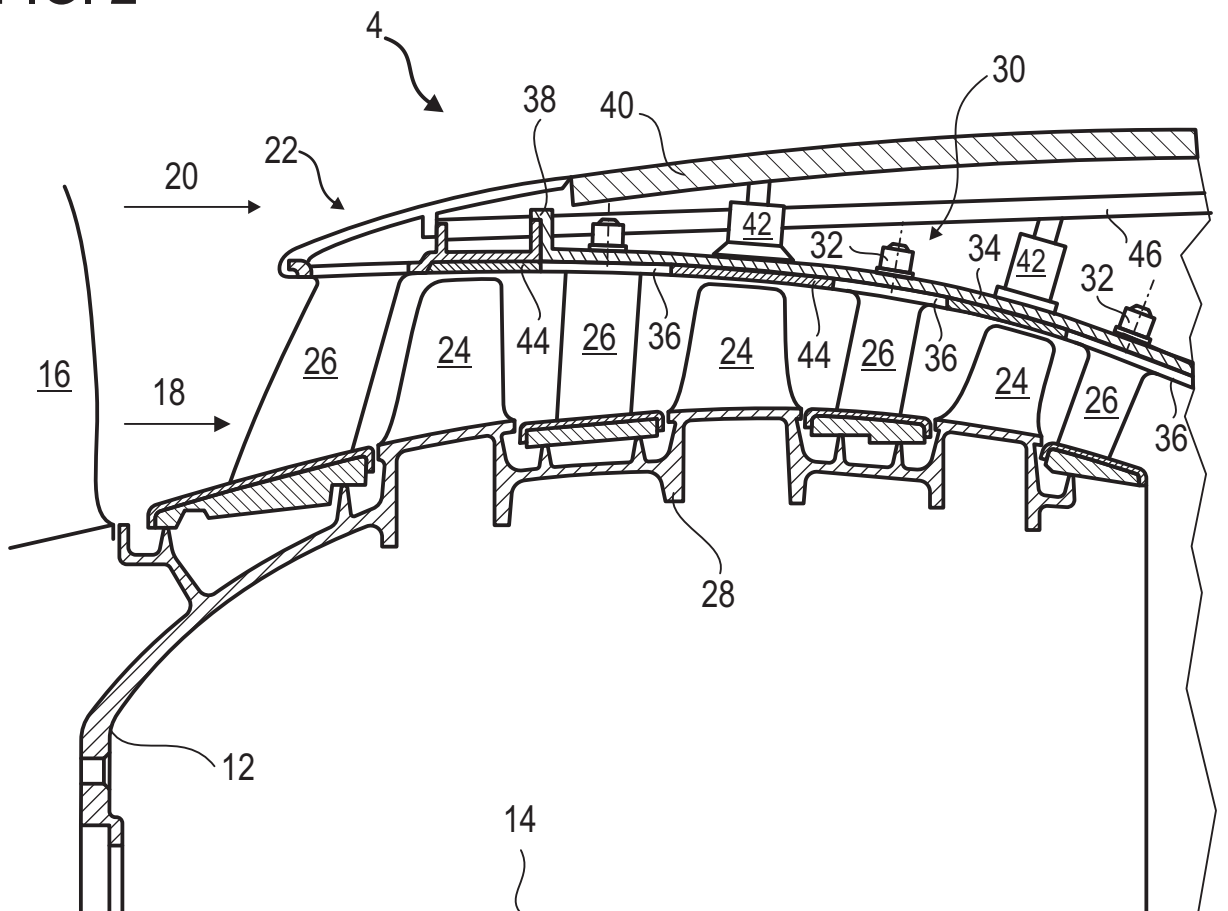


FIG. 3

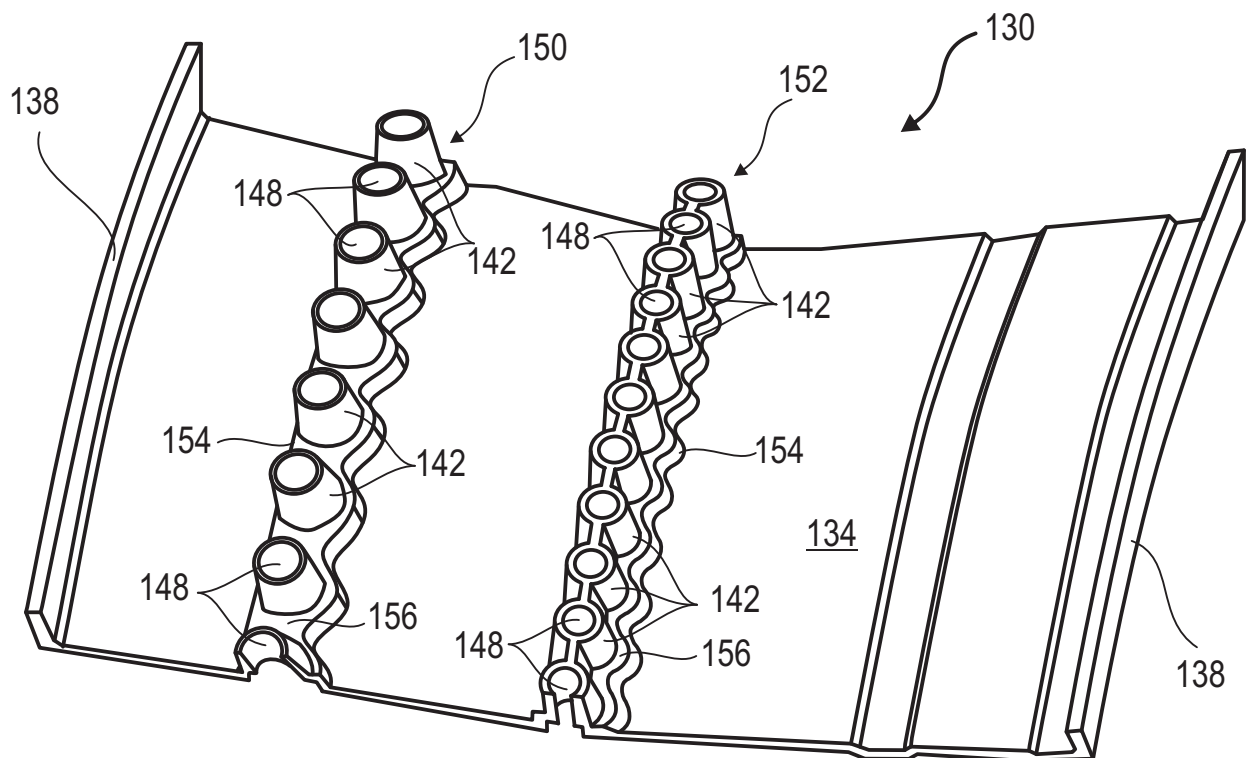
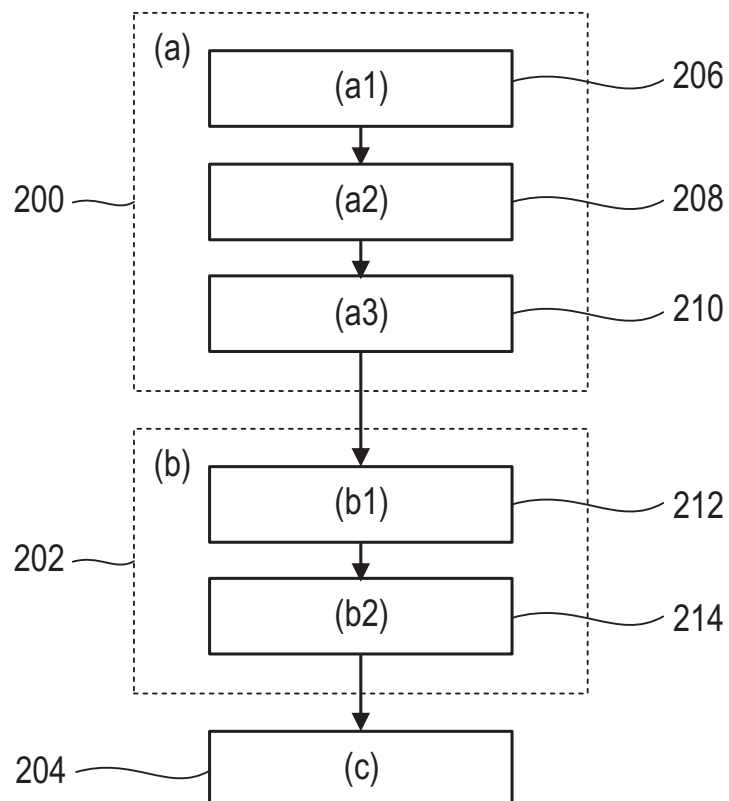


FIG. 4





Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 11136
BE 201505540

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	FR 2 466 646 A1 (KLEIN SCHANZLIN & BECKER AG [DE]) 10 avril 1981 (1981-04-10) * figure 4 *	1,2,6-10	INV. F01D25/24 F01D9/04 F01D17/16 F04D29/54 F04D29/64 F04D29/56
X	EP 1 026 369 A1 (ABB ALSTOM POWER CH AG [CH]) 9 août 2000 (2000-08-09) * alinéa [0010] * * figure 2 *	1-10	
X	US 3 936 217 A (TRAVAGLINI MICHAEL J ET AL) 3 février 1976 (1976-02-03) * figure 1 *	1,2,6-18	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F01D F04D F22B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
25 avril 2016		Rapenne, Lionel	
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 intermédiaire 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			

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

B0 11136
BE 201505540

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche 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.

25-04-2016

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2466646	A1	10-04-1981	DE 2940029 A1	16-04-1981
			FR 2466646 A1	10-04-1981
			IN 152411 B	07-01-1984
			IT 1132785 B	02-07-1986
			NL 8005469 A	07-04-1981
			US 4398867 A	16-08-1983

EP 1026369	A1	09-08-2000	DE 59907932 D1	15-01-2004
			EP 1026369 A1	09-08-2000
			JP 2000227007 A	15-08-2000
			US 6302644 B1	16-10-2001

US 3936217	A	03-02-1976	BE 838069 A1	30-07-1976
			CA 1006820 A	15-03-1977
			GB 1494592 A	07-12-1977
			IT 1054508 B	30-11-1981
			JP S5196915 A	25-08-1976
			JP S5425165 B2	25-08-1979
			US 3936217 A	03-02-1976



OPINION ÉCRITE

Dossier N° BO11136	Date du dépôt (jour/mois/année) 26.08.2015	Date de priorité (jour/mois/année)	Demande n° BE201505540
Classification internationale des brevets (CIB) INV. F01D25/24 F01D9/04 F01D17/16 F04D29/54 F04D29/64 F04D29/56			
Déposant Techspace Aero S.A.			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- ☒ Cadre n° I Base de l'opinion
- ☐ Cadre n° II Priorité
- ☐ Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- ☐ Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- ☒ Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- ☐ Cadre n° VI Certains documents cités
- ☒ Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- ☒ Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

	Examineur Rapenne, Lionel
--	------------------------------

Cadre n° I Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.
2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, le cas échéant, cette opinion a été effectuée sur la base des éléments suivants :
 - a. Nature de l'élément:
 - ☐ un listage de la ou des séquences
 - ☐ un ou des tableaux relatifs au listage de la ou des séquences
 - b. Type de support:
 - ☐ sur papier
 - ☐ sous forme électronique
 - c. Moment du dépôt ou de la remise:
 - ☐ contenu(s) dans la demande telle que déposée
 - ☐ déposé(s) avec la demande, sous forme électronique
 - ☐ remis ultérieurement
3. ☐ De plus, lorsque plus d'une version ou d'une copie d'un listage des séquences ou d'un ou plusieurs tableaux y relatifs a été déposée, les déclarations requises selon lesquelles les informations fournies ultérieurement ou au titre de copies supplémentaires sont identiques à celles initialement fournies et ne vont pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.
4. Commentaires complémentaires :

Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui :	Revendications	2, 8, 9, 13-18
	Non :	Revendications	1, 3-7, 10-12
Activité inventive	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-18
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-18
	Non :	Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Cadre n° VII Irrégularités dans la demande

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande, ont été constatées :

voir feuille séparée

Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

voir feuille séparée

- 1 **Ad point V:**
Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- 1.1 Il est fait référence aux documents suivants:
- D1 FR 2 466 646 A1 (KLEIN SCHANZLIN & BECKER AG [DE]) 10 avril 1981 (1981-04-10)
- D2 EP 1 026 369 A1 (ABB ALSTOM POWER CH AG [CH]) 9 août 2000 (2000-08-09)
- D3 US 3 936 217 A (TRAVAGLINI MICHAEL J ET AL) 3 février 1976 (1976-02-03)
- 1.2 La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet de la **revendication indépendante de procédé 1** et de la **revendication indépendante de dispositif 10** ne sont pas conformes au critère de nouveauté.
- 1.3 Le document **D1** décrit les caractéristiques techniques de la **revendication indépendante de procédé 1**, c'est à dire: *un procédé de fabrication d'un carter de turbomachine axiale, le carter comprenant une paroi arquée avec un orifice, le procédé comprenant les étapes suivantes: a) fourniture ou réalisation d'une paroi arquée avec un orifice qui est orientée radialement. Le procédé comprend en outre une étape de soudage d'un tube contre la surface radiale et dans le prolongement radial de l'orifice (figure 4).*
- 1.4 Le document **D1** décrit les caractéristiques techniques de la **revendication indépendante de dispositif 10**, dans la mesure où celle-ci peut être comprise, c'est à dire: *Turbomachine comprenant un carter où le carter est issu du procédé de fabrication. éventuellement le carter est formé de demi-coquilles (figure 4).*
- 1.5 De même, chacun des documents **D2**(figure 2, référence 13 et alinéa [0010]) et **D3**(figure 1) montre les caractéristiques techniques de ces revendications.
- 1.6 Les **revendications dépendantes 2-9 & 11-18** ne contiennent aucune caractéristique qui, en combinaison avec celles de l'une quelconque des revendications à laquelle elles se réfèrent, définisse un objet qui satisfasse aux exigences de la nouveauté ou de l'activité inventive.

Le soudage par friction orbitale est une alternative de soudure que l'homme du métier utiliserait sans faire preuve d'activité inventive. Les caractéristiques techniques de la **revendication dépendante 2** ne sont donc par inventive.

D2 montre implicitement les caractéristiques techniques des **revendications dépendantes 3-5**. Ces caractéristiques ne sont pas nouvelles.

D1-D3 montrent implicitement les caractéristiques techniques de la **revendication dépendante 6, 7**. Ces caractéristiques ne sont pas nouvelles.

La procédure de fabrication additive par couches est une alternative de fabrication que l'homme du métier utiliserait sans faire preuve d'activité inventive. Les caractéristiques techniques des **revendications dépendantes 8 & 9** ne sont donc par inventive.

D3 montre implicitement les caractéristiques techniques des **revendications dépendantes 11-12**. Ces caractéristiques ne sont pas nouvelles.

Les caractéristiques techniques des **revendication dépendantes 13-18** sont des alternatives de fixations de **D3** et ne sont donc pas inventives.

Ad point VII

Certaines irrégularités relevées dans la demande

- 2 La description ne mentionne pas l'état de la technique pertinent qui est divulgué dans **D1-D3** et ne cite pas ces documents.

Ad point VIII

Certaines observations relatives à la demande

- 3 Les caractéristiques énoncées dans la **revendication de dispositif 10** portent sur un procédé de fabrication du dispositif, au lieu de définir clairement ce dispositif en termes de caractéristiques techniques. Les limitations visées ne ressortent donc pas clairement de cette revendication.