

(19)



(11)

**EP 2 287 445 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**23.02.2011 Bulletin 2011/08**

(51) Int Cl.:  
**F01D 5/06<sup>(2006.01)</sup> F04D 29/32<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **09165612.4**

(22) Date de dépôt: **16.07.2009**

(84) Etats contractants désignés:  
**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 SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL BA RS**

(72) Inventeur: **Lhoest, André**  
**4500 Huy (BE)**

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

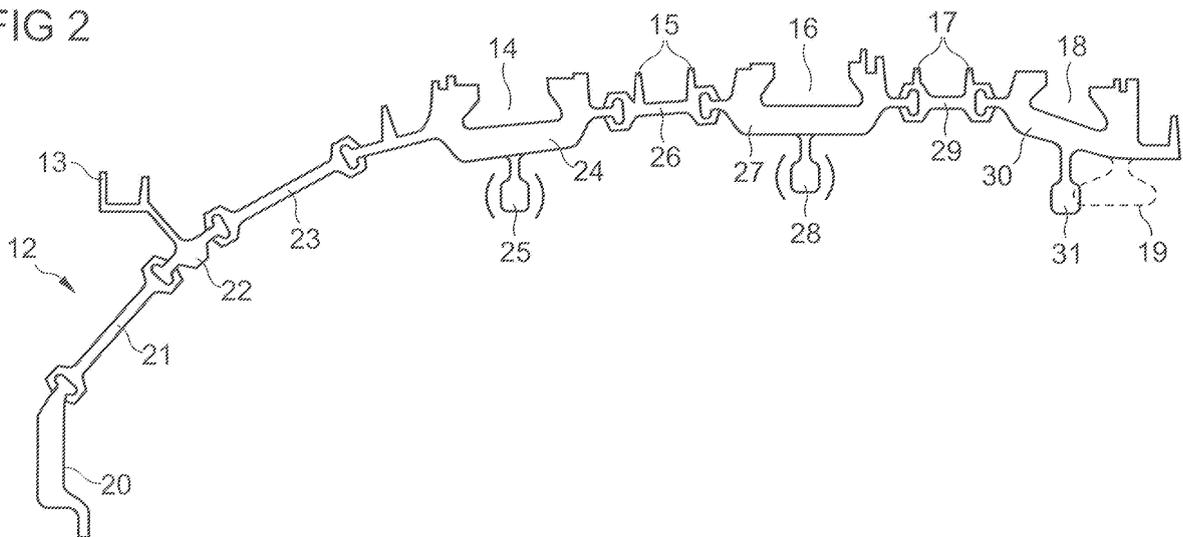
(71) Demandeur: **Techspace Aero S.A.**  
**4041 Herstal (Milmort) (BE)**

(54) **Tambour de rotor de compresseur axial avec voile composite**

(57) L'invention a trait à un tambour (12) de rotor de compresseur axial avec un voile en matériau composite. Le tambour (12) comprend une bride amont (20) de fixation du fan, un tronçon (22) avec un flasque d'étanchéité amont (13), un tronçon (24) avec une rainure (14) destinée à recevoir les pieds d'une première rangée d'aubes, un tronçon (27) avec une rainure (16) destinée à recevoir les pieds d'une deuxième rangée d'aubes et un tronçon (30) avec une rainure (18) destinée à recevoir les pieds

d'une troisième rangée d'aubes. Ces tronçons ou éléments sont en matériau métallique traditionnel essentiellement pour des raisons de résistance mécanique aux efforts centrifuges. Ils sont reliés entre eux par des tronçons de voile (21, 23, 26, 29) en matériau composite. Les extrémités des tronçons métalliques ont une section dans un plan longitudinal en forme de queue d'aronde apte à assurer une liaison à contact positif avec le matériau composite.

**FIG 2**



**EP 2 287 445 A1**

## Description

### TAMBOUR DE ROTOR DE COMPRESSEUR AXIAL AVEC VOILE COMPOSITE

**[0001]** L'invention a trait à un tambour de rotor de turbomachine axiale, plus particulièrement à un tambour de compresseur axial.

**[0002]** Un compresseur de turbomachine axiale comprend habituellement plusieurs étages de compression et donc plusieurs rangées d'aubes, ces rangées étant espacées axialement les unes des autres afin de ménager des espaces annulaires pour les grilles redresseur. Le rotor comprend habituellement un tambour et les rangées d'aubes fixées au tambour. Le tambour assure ainsi deux fonctions principales, à savoir de maintenir les aubes fixes les unes par rapport aux autres et de les mettre en mouvement. La retenue des aubes requiert une résistance accrue du tambour en particulier en raison des forces centrifuges élevées générées par la masse des aubes et les vitesses de rotation élevées alors que le guidage de la veine fluide requiert davantage une surface optimisée d'un point de vue aérodynamique et des moyens d'étanchéité avec les étages redresseur.

**[0003]** La présence de plusieurs étages (typiquement 3 ou 4) rend le tambour assez long. L'usinage en est rendu particulièrement difficile et coûteux comme cela est illustré à la figure 1. La figure 1 est une vue en coupe montrant un brut 1 en matériau métallique, typiquement en titane, destiné à être usiné en vue de réaliser le tambour fini. Le tambour a une forme générale d'ogive et comporte trois rainures 4, 6 et 8 destinées à recevoir trois rangées d'aubes formant avec les aubes des grilles redresseur (non représentées) trois étages de compression. Le tambour comprend une bride amont au niveau de l'axe de rotation et de symétrie destinée à être fixée à un aubage rotorique d'entrée communément dénommé « fan », il comporte également un flasque d'étanchéité 3 destiné à coopérer avec de l'abradable du stator afin d'éviter une fuite vers l'amont de la veine fluide déplacée et comprimée par le « fan ». Il comporte également des nervures communément appelées lèchettes de part et d'autre de chaque rainure 4, 6 et 8 de rangée d'aubes. Ces lèchettes sont destinées à coopérer de manière étanche avec les viroles intérieures des stators (non représenté). Un raidisseur 9 est prévu sur la face intérieure du tambour à proximité de la dernière rainure 8. On constate que la géométrie générale du tambour est telle qu'une majeure partie, typiquement de l'ordre de 80 %, de la matière du brut 1 doit être enlevée par usinage afin d'obtenir le tambour 2 illustré. La réalisation du tambour implique ainsi un coût matière et un coût d'usinage très élevé. De plus l'usinage dans le creux du tambour est difficile de par sa longueur et la difficulté d'accès à la face intérieure du tambour.

**[0004]** Différentes constructions de tambour de rotor de turbomachine axiale en plusieurs éléments sont connues de l'état de l'art.

**[0005]** Le document GB 1 272 200 divulgue un tambour constitué de plusieurs tronçons selon l'axe de rotation, où chaque tronçon comporte une gorge destinée à recevoir une rangée d'aubes et une section de voile adjacente à la gorge. Ces différents tronçons sont assemblés et soudés ensemble afin de constituer le tambour complet. Les sections de voile sont renforcées par l'application de fibres et d'une résine époxy dans un renfoncement de leurs surfaces extérieures prévu à cet effet. Ces bandes de matériau composite ont pour objectif de renforcer le tambour par rapport aux efforts centrifuges, en particulier ceux générés au niveau des aubes rotoriques. Ce design requiert cependant de multiples opérations telles que l'application du matériau composite, l'assemblage des tronçons entre eux et leur soudage, si bien que le coût de réalisation du tambour reste encore assez élevé.

**[0006]** Les documents US 2007/0231144 A1 et EP 1 406 019 A1 divulguent des enseignements similaires à celui du document précédent.

**[0007]** Le document US 5,632,600 divulgue un principe de construction d'un rotor de turbomachine axiale où le rotor est constitué d'une série de disques portant les rangées d'aubes. Les disques sont assemblés et fixés les uns aux autres par une liaison mécanique telle que la mise en contact de dentures correspondantes et par l'application d'une bande de matériau composite sur la liaison mécanique. Cette construction massive typique d'un rotor à disques ne convient pas à la construction d'un tambour tel que décrit et illustré à la figure 1, en particulier en raison de l'épaisseur et de la forme de la bande en matériau composite.

**[0008]** L'objectif de la présente invention est de proposer un tambour et un procédé de construction d'un tel tambour palliant au moins un des inconvénients sus mentionnés.

**[0009]** L'invention consiste en un tambour de rotor de turbomachine axiale, le tambour comprenant une paroi généralement symétrique en révolution par rapport à un axe longitudinal, ladite paroi comprenant, selon ledit axe longitudinal : un premier tronçon; un deuxième tronçon ; un troisième tronçon adjacent aux premier et deuxième tronçons et formant un voile de liaison du premier tronçon avec le deuxième tronçon ; où le troisième tronçon est constitué de matériau composite et est lié au premier et/ou deuxième tronçon par moulage dudit matériau composite sur une extrémité du premier et/ou deuxième tronçon.

**[0010]** Cette construction présente plusieurs avantages. En effet, elle permet de réaliser les tronçons à usiner à partir de bruts tels qu'ils nécessitent l'enlèvement de moins de matière en comparaison avec l'usinage du tambour en seule pièce à partir d'un brut unique. De plus, le fractionnement du tambour en tronçons réduit les pertes financières liées aux rebuts d'usinage. En effet, le fait de mettre au rebut un tronçon représente évidemment une perte financière sensiblement plus faible que celle qu'occasionnerait la mise au rebut du tambour complet. L'usi-

nage des tronçons métallique est plus aisé et donc plus rapide et moins coûteux. L'accessibilité du point de vue usinage procure une certaine liberté au niveau du choix de la forme d'un raidisseur. Celui-ci peut être optimisé d'un point de vue fonctionnel et non plus en fonction de l'usinage et de l'obtention du brut. Le matériau composite est mis en oeuvre là où les contraintes sont les plus faibles, il en résulte une optimisation générale du point de vue poids tout en jouissant des avantages sus mentionnés. Cette construction ouvre également de nouvelles possibilités de réparation d'un tambour.

**[0011]** Selon un mode avantageux de l'invention, le premier et/ou deuxième tronçon est apte à recevoir une rangée d'aubes, préférentiellement le premier et/ou deuxième tronçon comprend une cavité en forme de rainure circulaire destinée à recevoir les pieds d'aubes.

**[0012]** Selon un mode avantageux de l'invention, la cavité du premier tronçon présente une section se rétrécissant vers l'extérieur de la cavité de sorte à permettre une fixation par emboîtement mécanique des pieds d'aube.

**[0013]** Selon un mode avantageux de l'invention, l'extrémité du premier et/ou du deuxième tronçon en contact avec le matériau composite du troisième tronçon présente une forme apte à favoriser la liaison entre les deux tronçons.

**[0014]** Selon un mode avantageux de l'invention, l'extrémité du premier et/ou du deuxième tronçon en contact avec le matériau composite du troisième tronçon présente une section dans un plan longitudinal en forme de queue d'aronde.

**[0015]** Selon un mode avantageux de l'invention, le troisième tronçon présente une épaisseur généralement constante entre les zones de liaison avec les premier et deuxième tronçons.

**[0016]** Selon un mode avantageux de l'invention, le matériau composite du troisième tronçon recouvre l'extrémité du premier et/ou du deuxième tronçon sur sa surface extérieure et sur sa surface intérieure.

**[0017]** Selon un mode avantageux de l'invention, le troisième tronçon comporte au moins une nervure dite lèchette sur sa surface extérieure, la lèchette étant destinée à coopérer avec un anneau en matériau abradable d'une grille redresseur en vue d'assurer une étanchéité.

**[0018]** Selon un mode avantageux de l'invention, le premier et/ou deuxième tronçon est en matériau métallique, préférentiellement du titane.

**[0019]** L'invention consiste également en un procédé de fabrication d'un tambour de rotor d'une turbomachine axiale, le tambour comprenant une paroi généralement symétrique en révolution par rapport à un axe longitudinal, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- a) préparation d'un premier tronçon;
- b) préparation d'un second tronçon distinct du premier tronçon ;

c) mise en position du premier et du second tronçon ;

d) réalisation d'un troisième tronçon en matériau composite formant un voile de liaison entre le premier tronçon et le deuxième tronçon.

**[0020]** Selon un mode avantageux de l'invention, le procédé comprend l'utilisation d'un dispositif servant aux étapes c) et d).

**[0021]** Selon un mode avantageux de l'invention, le dispositif comprend des moyens de moulage du troisième tronçon.

**[0022]** Selon un mode avantageux de l'invention, le dispositif comprend des moyens de contre moulage du troisième tronçon.

**[0023]** Selon un mode avantageux de l'invention, l'étape d) comprend l'application du matériau composite sur une surface extérieure et/ou intérieure de l'extrémité du premier et/ou deuxième tronçon.

**[0024]** Selon un mode avantageux de l'invention, l'étape d) comprend la réalisation d'une nervure sur la surface extérieure du troisième tronçon destinée à coopérer avec un anneau en matériau abradable d'une grille redresseur en vue d'assurer une étanchéité.

**[0025]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention seront mieux compris à l'aide de la description et des dessins parmi lesquels :

La figure 1 est une vue en coupe d'une moitié supérieure d'un tambour connu et d'un brut de matière métallique nécessaire à sa réalisation par usinage dudit brut.

La figure 2 est une vue en coupe d'une moitié supérieure d'un tambour conforme à l'invention, similaire à celui de la figure 1 mais partiellement composite.

**[0026]** Le tambour 12 illustré à la figure 2 est un exemple de réalisation de l'invention. Il est constitué d'une série de tronçons métalliques selon l'axe longitudinal qui est également l'axe de rotation du tambour, ces tronçons ayant généralement des fonctions mécaniques et étant reliés entre eux par des tronçons de voile en matériau composite.

**[0027]** Le tambour 12 présente une forme générale d'ogive. Il comprend une bride de fixation 20 à son extrémité amont. Cette bride est destinée à le fixer au disque aubagé ou « fan » tout en amont du compresseur. Le tambour comprend également un tronçon 22, avec un flasque d'étanchéité amont 13. Le flasque est destiné à coopérer de manière étanche avec un élément fixe du stator (non représenté) afin d'empêcher une fuite amont de la veine fluide après la compression opérée par le « fan ». Le tambour comprend également trois tronçons 24, 27 et 30 comportant chacun une rainure ou gorge 14, 16 et 18, respectivement, destinée à recevoir les pieds d'aube. Ces différents tronçons métalliques 20, 22, 24, 27 et 30 sont reliés entre eux par des tronçons de

voile du tambour 21, 23, 26 et 29 en matériau composite. Il résulte de cette construction que les tronçons ou sections du tambour soumis à des efforts mécaniques plus importants sont réalisés en matériau métallique de manière conventionnelle et que les tronçons ou sections formant le voile du tambour et étant par là soumis à des efforts mécaniques sensiblement plus faibles sont réalisés en matériau composite.

**[0028]** Les extrémités des tronçons en matériau métallique 20, 22, 24, 27 et 30 destinées à être reliés à un tronçon en matériau composite présentent une section dans un plan longitudinal en forme de queue d'aronde afin d'assurer une liaison à contact positif avec le tronçon composite auquel ils sont reliés. Le matériau composite recouvre les faces supérieure et inférieure de l'extrémité en queue d'aronde.

**[0029]** La liaison entre les tronçons composite et les tronçons métalliques illustrée à la figure 2 est purement exemplative. En effet, de nombreuses variantes sont envisageables. La liaison mécanique est typiquement assurée par une cohésion entre le matériau composite et la surface de contact du matériau métallique. Tout comme dans l'exemple de liaison illustré à la figure 2, la liaison peut également être renforcée par une forme rétentive de la partie métallique, c'est-à-dire apte à assurer un contact positif avec le matériau composite. On pourrait par exemple envisager une section en L, en crochet ou toute autre forme à contact positif.

**[0030]** Le matériau des tronçons métalliques est typiquement du titane pour des raisons de poids. D'autres matériaux ou nuances connus de l'homme de métier sont bien sûr envisageables.

**[0031]** Le matériau composite des tronçons formant le voile comprend typiquement des fibres de renfort et une résine formant une matrice et assurant la cohésion des fibres. Les fibres peuvent être des fibres de verre, de carbone, d'aramide (Kevlar®), de bore, de silice ou de polyéthylène de haut module. Elles sont appliquées sous forme de nappes uni ou pluridirectionnelles. La résine est typiquement une résine therm durcissable du type polyester insaturé, phénolique, époxyde, polyuréthane, polyimide, ou autre encore.

**[0032]** Selon un mode de réalisation de l'invention, l'assemblage des différents tronçons en vue de la réalisation du tambour fini comprend l'utilisation d'un dispositif (non représenté) servant à positionner les tronçons préformés les uns par rapport aux autres de manière assez précise. Ce dispositif sert également de moule pour l'application des matériaux composites constituant les tronçons de liaison. Par exemple, le dispositif peut comprendre des sections de moule intérieur ou extérieur sur lesquelles les nappes de renfort sont déposées et la résine est appliquée manuellement (moulage au contact). Alternativement, les matériaux peuvent être appliqués par projection simultanée de la résine et de fibres. Préférentiellement, le dispositif comprend un moule et un contre-moule, les nappes de renfort étant disposées dans l'entrefer du moule. Cela permet l'injection de résine

liquide entre le moule et le contre-moule à travers le renfort jusqu'au remplissage complet de l'empreinte. Après durcissement de la résine, le moule est ouvert et la pièce est démoulée. D'autres méthodes connues de l'homme de l'art sont envisageables comme par exemple le moulage à la presse ou encore le moulage par injection de compound (masse à moulée constituée de résine, de charges et d'adjuvants divers, renforcée par des fils de verre coupés).

**[0033]** Les tronçons de voile 26 et 29 comportent des lèchettes 15 et 17, respectivement, moulées directement avec les tronçons. Les lèchettes sont des fines nervures circulaires dirigées vers l'extérieur du tambour. Elles sont destinées à coopérer par friction de manière étanche avec la surface intérieure d'un anneau de matériau friable désigné communément « abradable » monté sur une virole interne d'une grille d'aubes destinée à redresser le flux d'air comprimé et accéléré par la rotation de la rangée d'aubes rotoriques directement en amont.

**[0034]** Il est à noter que ces lèchettes ne doivent pas nécessairement être venues de matière avec le voile du tronçon. En effet, elles peuvent être faites dans un autre matériau, plus classiquement en matériau métallique, et être ensuite prises dans le matériau composite.

**[0035]** Les tronçons métalliques, plus particulièrement ceux qui sont soumis à des efforts centrifuges importants, notamment de par la présence d'aubes, peuvent être équipés sur leurs faces intérieures de renforts 25, 28 et 31 usinés ou forgés directement dans la masse. L'usinage de pareils renforts est rendu beaucoup plus aisé et donc moins coûteux de par la construction en tronçon du tambour. La présence de ces renforts peut résulter en un gain de matière qui sinon devait être répartie sur l'épaisseur du tronçon afin de présenter une raideur et une résistance équivalente aux efforts centrifuges exercés.

**[0036]** Il est à noter que toutes les parties de voile du tambour ne doivent pas nécessairement être réalisées en matériau composite. En effet, bien que l'exemple de la figure 2 montre un tronçon composite entre chaque paire de tronçons voisins susceptibles de reprendre des efforts importants, il est tout à fait envisageable de ne prévoir de tronçon composite qu'entre certains tronçons et à laisser un ou plusieurs voiles en matériau métallique classique, et ce en fonction de divers paramètres de dimensionnement comme par exemple le coût de réalisation et les capacités d'usinage disponibles. L'inverse est également applicable, à savoir que l'on pourrait imaginer de réaliser d'avantage d'éléments du tambour en composite en fonction de la faisabilité du point de vue moule et des contraintes de résistance mécanique.

**[0037]** Il est également divulgué un tronçon selon l'axe longitudinal d'un tambour de rotor de turbomachine axiale, le tambour comprenant une paroi généralement symétrique en révolution par rapport à un axe longitudinal, le tronçon étant destiné à recevoir une rangée d'aubes et comprenant un bord selon l'axe longitudinal dont la section dans un plan longitudinal est de forme, préféren-

tiellement en queue d'aronde, apte à assurer une liaison à contact positif selon l'axe longitudinal avec un élément en matériau composite moulé sur ledit bord. Les différentes alternatives discutées dans la présente demande et en particulier en relation avec la figure 2 s'appliquent au tronçon seul tel que définit ci-avant.

## Revendications

1. Tambour de rotor de turbomachine axiale, le tambour (12) comprenant une paroi généralement symétrique en révolution par rapport à un axe longitudinal, ladite paroi comprenant, selon ledit axe longitudinal :
  - un premier tronçon (20, 22, 24, 27, 30) ;
  - un deuxième tronçon (20, 22, 24, 27, 30) ;
  - un troisième tronçon (21, 23, 26, 29) adjacent aux premier et deuxième tronçons (20, 22, 24, 27, 30) et formant un voile de liaison du premier tronçon avec le deuxième tronçon ;

**caractérisé en ce que** le troisième tronçon (21, 23, 26, 29) est constitué de matériau composite et est lié au premier et/ou deuxième tronçon par moulage dudit matériau composite sur une extrémité du premier et/ou deuxième tronçon.
2. Tambour de rotor selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le premier et/ou deuxième tronçon (24, 27, 30) est apte à recevoir un rangée d'aubes, préférentiellement le premier et/ou deuxième tronçon (24, 27, 30) comprend une cavité (14, 16, 18) en forme de rainure circulaire destinée à recevoir les pieds d'aubes.
3. Tambour de rotor selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la cavité (14, 16, 18) du premier tronçon (24, 27, 30) présente une section se rétrécissant vers l'extérieur de la cavité de sorte à permettre une fixation par emboîtement mécanique des pieds d'aube.
4. Tambour de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'extrémité du premier et/ou du deuxième tronçon (20, 22, 24, 27, 30) en contact avec le matériau composite du troisième tronçon (21, 23, 26, 29) présente une forme apte à favoriser la liaison entre les deux tronçons.
5. Tambour de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'extrémité du premier et/ou du deuxième tronçon (20, 22, 24, 27, 30) en contact avec le matériau composite du troisième tronçon (21, 23, 26, 29) présente une section dans un plan longitudinal en forme de queue d'aronde.
6. Tambour de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le troisième tronçon (21, 23, 26, 29) présente une épaisseur généralement constante entre les zones de liaison avec les premier et deuxième tronçons (20, 22, 24, 27, 30).
7. Tambour de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau composite du troisième tronçon (21, 23, 26, 29) recouvre l'extrémité du premier et/ou du deuxième tronçon (20, 22, 24, 27, 30) sur sa surface extérieure et sur sa surface intérieure.
8. Tambour de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le troisième tronçon (26, 29) comporte au moins une nervure dite lèchette (15, 17) sur sa surface extérieure, la lèchette étant destinée à coopérer avec un anneau en matériau abrasable d'une grille redresseur en vue d'assurer une étanchéité.
9. Tambour de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier et/ou deuxième tronçon (20, 22, 24, 27, 30) est en matériau métallique, préférentiellement en titane.
10. Procédé de fabrication d'un tambour de rotor d'une turbomachine axiale, le tambour (12) comprenant une paroi généralement symétrique en révolution par rapport à un axe longitudinal, le procédé comprenant les étapes suivantes :
  - a) préparation d'un premier tronçon (20, 22, 24, 27, 30) ;
  - b) préparation d'un second tronçon (20, 22, 24, 27, 30) distinct du premier tronçon (20, 22, 24, 27, 30) ;
  - c) mise en position du premier et du second tronçon (20, 22, 24, 27, 30) ;
  - d) réalisation d'un troisième tronçon (21, 23, 26, 29) en matériau composite formant un voile de liaison entre le premier tronçon et le deuxième tronçon (20, 22, 24, 27, 30).
11. Procédé de fabrication d'un tambour selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** il comprend l'utilisation d'un dispositif servant aux étapes c) et d).
12. Procédé de fabrication d'un tambour selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le dispositif comprend des moyens de moulage du troisième tronçon (21, 23, 26, 29).
13. Procédé de fabrication d'un tambour selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le dispositif comprend des moyens de contre moulage du troisième tronçon (21, 23, 26, 29).

14. Procédé de fabrication d'un tambour selon l'une des revendications 10 et 11, **caractérisé en ce que** l'étape d) comprend l'application du matériau composite sur une surface extérieure et/ou intérieure de l'extrémité du premier et/ou deuxième tronçon (20, 22, 24, 27, 30). 5
15. Procédé de fabrication d'un tambour selon l'une des revendications 10 et 11, **caractérisé en ce que** l'étape d) comprend la réalisation d'une nervure (15, 17) sur la surface extérieure du troisième tronçon (21, 23, 26, 29) destinée à coopérer avec un anneau en matériau abrasable d'une grille redresseur en vue d'assurer une étanchéité. 10

15

20

25

30

35

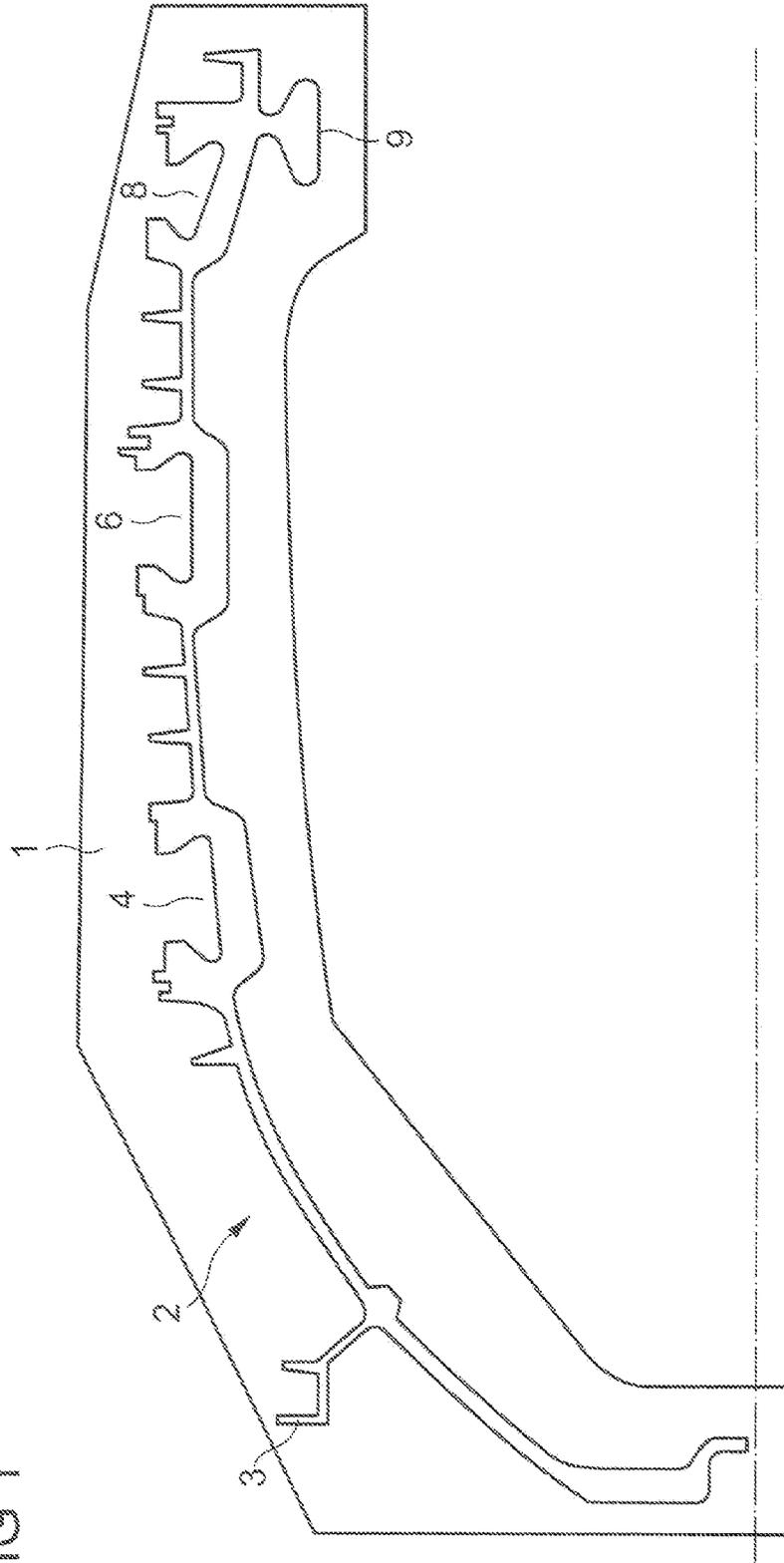
40

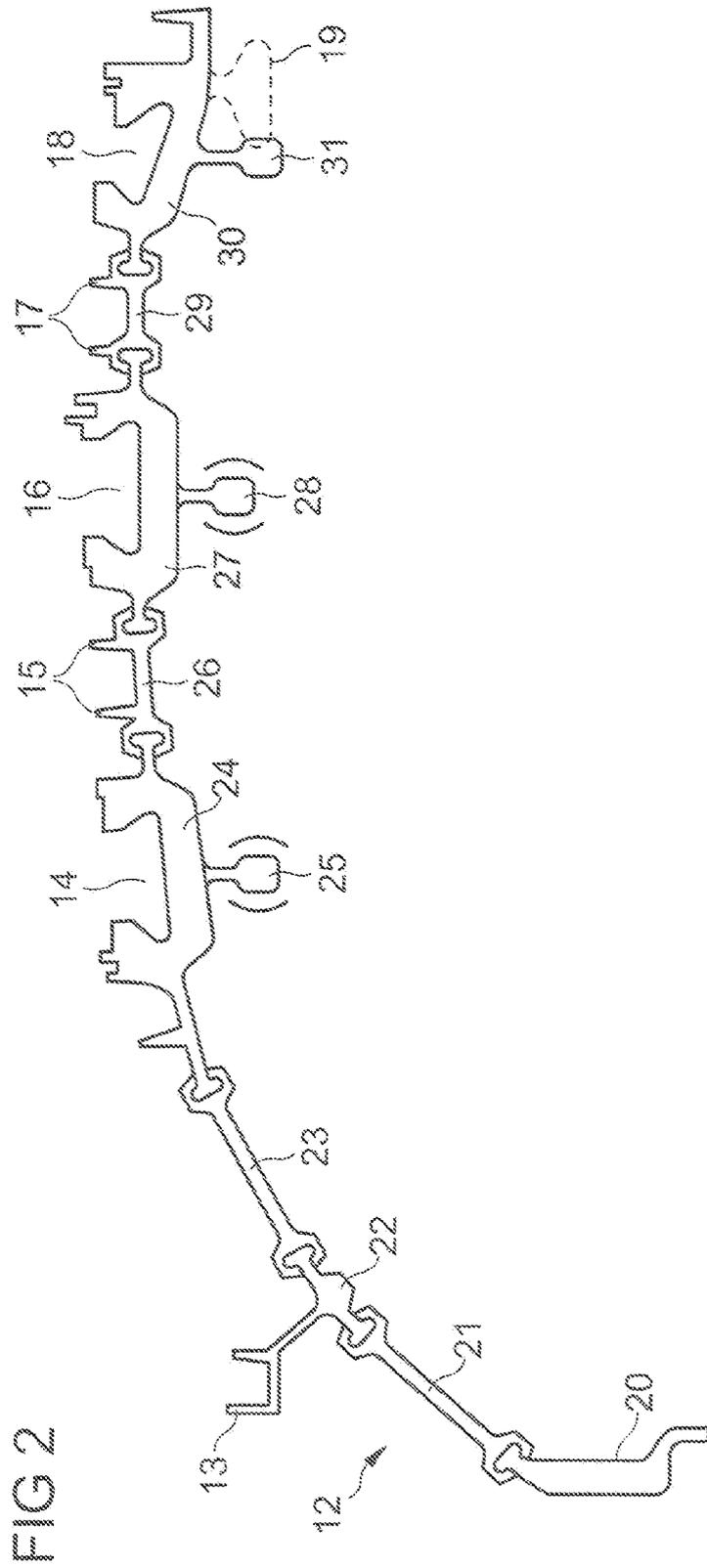
45

50

55

FIG 1







RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 09 16 5612

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	US 5 378 110 A (RESS JR ROBERT A [US]) 3 janvier 1995 (1995-01-03) * colonne 2, ligne 33 - colonne 3, ligne 30; revendication 5; figures * -----	10-11,14	INV. F01D5/06 F04D29/32
A,D	GB 1 272 200 A (GEN MOTORS CORP [US]) 26 avril 1972 (1972-04-26) * page 2, ligne 13 - ligne 23; figures * -----	1-15	
A,D	US 2007/231144 A1 (SCHREIBER KARL [DE]) 4 octobre 2007 (2007-10-04) * le document en entier * -----	1-15	
A,D	EP 1 406 019 A1 (SNECMA MOTEURS [FR] SNECMA [FR]) 7 avril 2004 (2004-04-07) * le document en entier * -----	1-15	
A,D	US 5 632 600 A (HULL PETER R [US]) 27 mai 1997 (1997-05-27) * le document en entier * -----	1-15	
A	FR 2 143 561 A1 (SNECMA SNECMA [FR]) 9 février 1973 (1973-02-09) * page 4; figures * -----	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F01D F04D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>8 janvier 2010</b>	Examineur <b>Teissier, Damien</b>
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	

2  
EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)

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

EP 09 16 5612

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

08-01-2010

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5378110	A	03-01-1995	AUCUN	
-----				
GB 1272200	A	26-04-1972	CA 927751 A1	05-06-1973
			US 3625634 A	07-12-1971
-----				
US 2007231144	A1	04-10-2007	DE 102006015838 A1	04-10-2007
			EP 1843044 A1	10-10-2007
-----				
EP 1406019	A1	07-04-2004	CA 2442952 A1	02-04-2004
			DE 60302525 D1	05-01-2006
			DE 60302525 T2	24-08-2006
			FR 2845436 A1	09-04-2004
			JP 4059830 B2	12-03-2008
			JP 2004270684 A	30-09-2004
			RU 2314437 C2	10-01-2008
			US 2005254950 A1	17-11-2005
-----				
US 5632600	A	27-05-1997	AUCUN	
-----				
FR 2143561	A1	09-02-1973	DE 2231175 A1	18-01-1973
			GB 1385968 A	05-03-1975
			US 3813185 A	28-05-1974
-----				

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**

- GB 1272200 A [0005]
- US 20070231144 A1 [0006]
- EP 1406019 A1 [0006]
- US 5632600 A [0007]