

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① N° de publication : **3 138 829**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **22 08244**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **F 01 D 5/28 (2022.01), B 23 P 6/00**

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ ÉLÉMENT DE PROTECTION D'UN TAMBOUR DE COMPRESSEUR BASSE PRESSION DE  
TURBOMACHINE.

②② Date de dépôt : 11.08.22.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 16.02.24 Bulletin 24/07.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 28.06.24 Bulletin 24/26.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES  
SAS — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *LEXILUS Jean-Hilaire, SEGUIN  
Thomas Jean Georges et CLERC Davy.*

⑦③ Titulaire(s) : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES SAS.*

⑦④ Mandataire(s) : *Cabinet Sébastien MARCONNET.*

**FR 3 138 829 - B1**



## Description

### **Titre de l'invention : ÉLÉMENT DE PROTECTION D'UN TAMBOUR DE COMPRESSEUR BASSE PRESSION DE TUR- BOMACHINE**

- [0001] La présente invention porte sur un élément de protection d'un tambour de compresseur basse pression de turbomachine. L'invention trouve une application particulièrement avantageuse pour la réparation d'un tambour de compresseur basse pression usagé. Toutefois, l'invention pourra également être mise en œuvre en sortie de production avec un tambour de compresseur basse pression dans un état neuf.
- [0002] Le principe de fonctionnement d'une soufflante de turbomachine est de comprimer l'air pénétrant à l'intérieur du moteur. Une grande partie de cet air constitue le flux secondaire et l'autre partie constitue le flux primaire. Ce dernier passe par un compresseur basse pression solidaire de la soufflante, par un compresseur haute pression, par la chambre de combustion, par la turbine haute pression et, pour finir, par la turbine basse pression avant d'être éjecté.
- [0003] La compression réalisée par la soufflante est effectuée en deux phases. Suivant une première phase, un aubage mobile, procure une accélération aux particules d'air, en les déviant par rapport à l'axe du moteur. L'aubage mobile comporte une pluralité d'aubes montées sur un moyeu cylindrique appelée "disque fan" entraîné en rotation par la turbine basse pression.
- [0004] Suivant une deuxième phase, un aubage fixe ralentit les particules d'air et transforme une partie de leur vitesse en pression. Cet aubage fixe est appelé OGV (pour "Outlet Guide Vane" en anglais) ou "redresseur" car il ramène l'écoulement de l'air, accéléré par l'aubage mobile, dans l'axe du moteur.
- [0005] Le même principe est appliqué par le compresseur basse pression situé en aval de la soufflante. Le compresseur basse pression comporte des aubes mobiles montées sur une pièce cylindrique appelée tambour de compresseur ainsi que des redresseurs constitués par des aubes fixes. En fonction des turbomachines, les compresseurs basse pression peuvent comporter 3 à 5 étages, un étage de compresseur étant composé d'un roue d'aubes mobiles et d'une grille de redresseurs correspondants.
- [0006] Comme cela est illustré par la [Fig.1], pour chaque étage du compresseur basse pression, les aubes mobiles 1 sont installées dans une alvéole 2 correspondante du tambour de compresseur 4 par l'intermédiaire d'une fenêtre d'introduction 3 suivant les étapes suivantes:
- [0007] i - on insère, suivant la flèche F1, une première aube 1 dans l'alvéole 2 à travers la fenêtre d'introduction 3.

- [0008] ii - une fois l'aube 1 insérée, on la décale tangentielllement suivant la flèche F2 en la faisant glisser dans l'alvéole 2 afin de libérer la fenêtre d'introduction 3. La première aube 1 est alors installée.
- [0009] iii - on peut alors insérer l'aube suivante et recommencer l'opération jusqu'à ce que toutes les aubes 1 soient installées à l'intérieur de l'alvéole 2.
- [0010] Lors de la mise en rotation de la turbomachine et donc du tambour de compresseur 4, les aubes mobiles 1 sont retenues radialement par les portées 5 de l'alvéole 2, tel que cela est illustré par la [Fig.2]. Un tel montage des aubes mobiles 1 dans une alvéole 2 de tambour de compresseur 4 est une installation classique et éprouvée de l'état de la technique.
- [0011] Néanmoins, des micro-déplacements des aubes 1 à l'intérieur de l'alvéole 2 à l'endroit d'une surface de contact entre les portées 6 des pieds d'aube 7 et les portées 5 de l'alvéole 2 peuvent user localement lesdites portées 5 de l'alvéole 2.
- [0012] Cette usure représentée par les traits discontinus sur la [Fig.2] est susceptible de réduire les jeux radiaux situés au-dessus des aubes mobiles 1, ce qui engendre un risque de pénétration non maîtrisée des aubes mobiles 1 dans les joints abrasables. L'usure risque également de créer des décalages axiaux des aubes mobiles 1 susceptibles d'interférer avec les aubes fixes. En outre, les écarts de positions entre les aubes mobiles 1 impactent l'équilibrage du tambour de compresseur 4.
- [0013] Le montage d'aubes mobiles 1 sur un tambour de compresseur 4 usé peut également être affecté, dans la mesure où il existe un risque qu'une aube mobile 1 se trouve à cheval entre une partie non-usée et une partie usée des portées 5 du tambour de compresseur 4.
- [0014] Une usure importante pourra en outre altérer la tenue mécanique du tambour de compresseur 4 basse pression susceptible de casser en cours de fonctionnement.
- [0015] L'invention vise à remédier efficacement aux inconvénients précités en proposant un élément de protection pour un tambour de compresseur destiné à être disposé au moins en partie entre un pied d'aube et le tambour de compresseur comportant:
- [0016] - une première paroi latérale comportant une portion interne destinée à recouvrir une portion arrondie interne d'une alvéole du tambour de compresseur, une portion de portée destinée à recouvrir une portée de pied d'aube de l'alvéole, et une portion externe destinée à recouvrir une portion arrondie externe du tambour de compresseur,
- [0017] - une paroi de liaison destinée à recouvrir une face externe du tambour de compresseur, et
- [0018] - une deuxième paroi latérale comportant une portion saillante destinée à coopérer avec une gorge de montage réalisée dans une face verticale du tambour de compresseur.
- [0019] L'invention permet ainsi de restaurer l'interface de contact entre les portées de

l'alvéole du tambour et les aubes mobiles. L'invention permet donc d'installer des aubes mobiles dans le tambour de compresseur dans la même position que sur un tambour neuf sortant de fabrication.

- [0020] Selon une réalisation de l'invention, la paroi de liaison est élastiquement déformable de façon à permettre un montage de l'élément de protection sur le tambour de compresseur.
- [0021] Selon une réalisation de l'invention, ledit élément de protection comporte un évidement destiné à être disposé en regard d'une portion d'une fenêtre d'introduction d'aube réalisée dans le tambour de compresseur.
- [0022] Selon une réalisation de l'invention, ledit élément de protection comporte au moins un évidement destiné à être disposé en regard d'une portion d'une fenêtre d'introduction de verrou d'aube.
- [0023] Selon une réalisation de l'invention, la paroi de liaison comporte au moins une ouverture de passage d'une portion saillante d'une zone de passage d'un joint d'étanchéité.
- [0024] Selon une réalisation de l'invention, ledit élément de protection est constitué par une tôle pliée ayant une épaisseur comprise entre 0.2mm et 0.4mm.
- [0025] Selon une réalisation de l'invention, ledit élément de protection est réalisé dans un matériau métallique à base nickel.
- [0026] Selon une réalisation de l'invention, la portion de portée est recouverte par une couche de vernis lubrifiant.
- [0027] Selon une réalisation de l'invention, une longueur tangentielle de l'élément de protection est supérieure à une longueur tangentielle d'une plateforme d'aube et inférieure ou égale à une longueur tangentielle de cinq plateformes d'aubes.
- [0028] L'invention a également pour objet un procédé de réparation d'un tambour de compresseur comportant:
- [0029] - une étape d'usinage destinée à supprimer une usure de portées du tambour de compresseur de façon à définir une alvéole ayant des portées amont et aval ayant des surfaces régulières,
- [0030] - une étape d'usinage de deux gorges de montage respectivement en amont et en aval de l'alvéole, et
- [0031] - une étape d'installation d'un élément de protection amont et d'un élément de protection aval de telle façon que les éléments de protection coopèrent respectivement avec une gorge de montage correspondante réalisée dans le tambour de compresseur et recouvrent les portées amont et aval de l'alvéole.
- [0032] Selon une mise en œuvre de l'invention, ledit procédé comporte en outre une étape d'usinage d'une zone de passage d'un joint d'étanchéité de façon à présenter une alternance de portions saillantes et de portions planes pour faciliter une installation d'un

élément de protection sur le tambour de compresseur.

- [0033] Selon une mise en œuvre de l'invention, chaque élément de protection est installé par application d'un effort radial sur l'élément de protection, de telle façon qu'une paroi de liaison de l'élément de protection est déformée pour permettre à une portion saillante de chaque élément de protection de coopérer avec une gorge de montage correspondante avant de reprendre sa forme plane initiale de façon à recouvrir une face externe correspondante du tambour de compresseur.
- [0034] Selon une mise en œuvre de l'invention, ledit procédé comporte en outre une étape d'usinage de faces externes du tambour de compresseur situées respectivement en amont et en aval de l'alvéole.
- [0035] La présente invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront encore à la lecture de la description détaillée qui suit comprenant des modes de réalisation donnés à titre illustratif en référence avec les figures annexées, présentés à titre d'exemples non limitatifs, qui pourront servir à compléter la compréhension de la présente invention et l'exposé de sa réalisation et, le cas échéant, contribuer à sa définition, sur lesquelles:
- [0036] [Fig.1] La [Fig.1], déjà décrite, est une vue en perspective illustrant le montage des aubes à l'intérieur d'une alvéole de tambour de compresseur basse pression ;
- [0037] [Fig.2] La [Fig.2], déjà décrite, est une vue en coupe transversale d'une alvéole d'un tambour de compresseur illustrant l'usure des portées par le pied d'aube;
- [0038] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue en coupe longitudinale d'une partie avant d'une turbomachine;
- [0039] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue en perspective d'un tambour de compresseur basse pression sur lequel est mis en œuvre le procédé de réparation selon l'invention ;
- [0040] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue en coupe transversale d'une alvéole du tambour de compresseur basse pression sur lequel est mis en œuvre le procédé de réparation selon l'invention;
- [0041] [Fig.6a] La [Fig.6a] est une vue en perspective partielle d'une alvéole du tambour de compresseur après une étape d'usinage du procédé de réparation selon l'invention;
- [0042] [Fig.6b] La [Fig.6b] est une vue en perspective détaillée de l'alvéole de la [Fig.6a] mettant en évidence l'usinage d'une gorge de réception d'un joint d'étanchéité;
- [0043] [Fig.7a] La [Fig.7a] est une vue en perspective d'un élément de protection amont pour tambour de compresseur selon l'invention ayant une configuration standard;
- [0044] [Fig.7b] La [Fig.7b] est une vue en perspective d'un élément de protection aval pour tambour de compresseur selon l'invention ayant une configuration standard;
- [0045] [Fig.8a] La [Fig.8a] est une vue en perspective d'un élément de protection amont pour tambour de compresseur selon l'invention ayant une configuration de type "verrou";

- [0046] [Fig.8b] La [Fig.8b] est une vue en perspective d'un élément de protection aval pour tambour de compresseur selon l'invention ayant une configuration de type "verrou";
- [0047] [Fig.9] La [Fig.9] montre les différentes étapes d'installation d'un élément de protection selon l'invention à l'intérieur d'une alvéole d'un tambour de compresseur basse pression;
- [0048] [Fig.10] La [Fig.10] est une vue en perspective d'une alvéole d'un tambour de compresseur basse pression dans laquelle ont été installés des éléments de protection selon l'invention;
- [0049] [Fig.11] La [Fig.11] est une vue en perspective illustrant l'installation d'aubes à l'intérieur d'une alvéole de tambour de compresseur basse pression dans laquelle ont été installés des éléments de protection selon l'invention;
- [0050] [Fig.12] La [Fig.12] est une vue en perspective illustrant le positionnement des éléments de protection amont et aval selon l'invention entre les portées d'une aube et les portées d'une alvéole de tambour de compresseur basse pression.
- [0051] Il est à noter que, sur les figures 3 à 12, les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différents modes de réalisation présentent les mêmes références. Ainsi, sauf mention contraire, de tels éléments disposent de propriétés structurelles, dimensionnelles et matérielles identiques.
- [0052] Dans la suite de la description les termes "interne" et "externe" sont entendus par référence à une direction radiale par rapport à l'axe X1 du tambour de compresseur, c'est-à-dire qu'une face "interne" est une face radialement interne tandis qu'une face "externe" est une face radialement externe, de telle façon que la face interne étant plus proche de l'axe X1 du tambour que la face externe.
- [0053] La [Fig.3] montre la partie avant d'une turbomachine 10 comportant une soufflante 11 munie d'un aubage mobile 12 destiné à accélérer les particules d'air, en les déviant par rapport à l'axe du moteur. L'aubage mobile 12 comporte une pluralité d'aubes 13 montées sur un moyeu cylindrique 14 appelée "disque fan" entraîné en rotation par la turbine basse pression.
- [0054] Un aubage fixe 15 situé en aval de l'aubage mobile 12 ralentit les particules d'air et transforme une partie de leur vitesse en pression. Cet aubage fixe 15 est appelé OGV (pour "Outlet Guide vane") en anglais ou "redresseur" car il ramène l'écoulement de l'air, accéléré par l'aubage mobile 12, dans l'axe du moteur.
- [0055] Un compresseur basse pression 18 comporte des aubes mobiles 19 montées sur une pièce cylindrique appelée tambour de compresseur basse pression 20 ainsi que des redresseurs 21 constitués par des aubes fixes. En fonction de la configuration de la turbomachine 10, le compresseur basse pression 18 peut comporter 3 à 5 étages, un étage de compresseur étant composé d'un roue d'aubes mobiles 19 et d'une grille de redresseurs 21 correspondants.

- [0056] Le tambour de compresseur 20 d'axe X1 montré sur la [Fig.4] présente une forme cylindrique. Le tambour de compresseur 20 comporte une pluralité d'alvéoles 24 correspondant au nombre d'étages du compresseur basse pression 18. Chaque alvéole 24 est une rainure circonférentielle s'étendant suivant une circonférence du tambour 20 et destinée à recevoir des pieds d'aube 25, de telle façon que les aubes 19 sont espacées angulairement de façon régulière suivant une circonférence du tambour de compresseur 20. Le tambour de compresseur 20 comporte une interface de fixation 22 avec le moyeu 14 de la soufflante.
- [0057] Comme on peut le voir sur la [Fig.5], une alvéole 24 est délimitée par une portée de pied d'aube amont 26.1 contre laquelle vient en butée une portée du pied d'aube 25 de forme correspondante, une portion arrondie interne amont 27.1, un fond d'alvéole 28, une portion arrondie interne aval 27.2 et une portée de pied d'aube aval 26.2 contre laquelle vient en butée une portée de pied d'aube aval 26.2 de forme correspondante. En vue en coupe transversale, les portées de pied d'aube amont 26.1 et aval 26.2 forment un angle non par rapport au fond d'alvéole 28, de sorte que l'alvéole 24 présente globalement une forme trapézoïdale complémentaire de celle d'un pied d'aube 25. Cela permet d'assurer une retenue radiale des aubes 19 lorsque le tambour de compresseur 20 est en rotation.
- [0058] Une portion arrondie externe amont 29.1 et une portion arrondie externe aval 29.2 sont situées respectivement dans un prolongement de la portée de pied d'aube amont 26.1 et aval 26.2 de l'alvéole 24 correspondante.
- [0059] Le tambour de compresseur 20 comporte également une face externe amont 30.1 et une face externe aval 30.2. Les faces externes 30.1, 30.2 présentent une forme annulaire d'orientation axiale par rapport à l'axe X1. Les faces externes 30.1, 30.2 se situent radialement vers l'extérieur du tambour de compresseur 20 par rapport à l'axe X1.
- [0060] Une face verticale amont 31.1 et une face verticale aval 31.2 s'étendent chacune dans un plan radial par rapport à l'axe X1 du tambour de compresseur 20. Chaque face verticale (amont 31.1 respectivement aval 31.2) se situent du côté opposé à la face correspondante comportant la portion arrondie externe (amont 29.1 respectivement aval 29.2), la portée de pied d'aube (amont 26.1 respectivement aval 26.2), et la portion arrondie interne (amont 27.1 respectivement aval 27.2).
- [0061] La face verticale amont 31.1, la face externe amont 30.1, la portion arrondie externe amont 29.1, la portée de pied d'aube amont 26.1, et la portion arrondie interne amont 27.1 sont réalisés dans une paroi amont 35.1 de l'alvéole 24. La face verticale aval 31.2, la face externe aval 30.2, la portion arrondie externe aval 29.2, la portée de pied d'aube aval 26.2, et la portion arrondie interne aval 27.2 sont réalisés dans une paroi aval 35.2 de l'alvéole 24.
- [0062] Comme on peut le voir sur les figures 6a et 6b, le tambour de compresseur 20

comporte en outre une fenêtre d'introduction 36 de pied d'aube 25 ainsi que deux fenêtres d'introduction 37 de verrous d'aube disposées de part et d'autre de la fenêtre d'introduction 36 de pied d'aube 25.

- [0063] En outre, une zone de passage 40 d'un joint d'étanchéité est définie par deux murets 41 circonférentiels issus de la face externe 30.1 entre lesquels s'étend une gorge 42 de réception du joint d'étanchéité (non représenté). Dans l'exemple représenté, le joint d'étanchéité est destiné à être disposé en amont de l'alvéole 24. Toutefois, selon l'étage du compresseur basse pression 18, le joint d'étanchéité pourra être installé en amont ou en aval de l'alvéole 24.
- [0064] On décrit ci-après un procédé de réparation d'un tambour de compresseur basse pression 20 usagé.
- [0065] On réalise une étape d'usinage du tambour 20 destinée à supprimer l'usure des portées 26.1, 26.2 du tambour de compresseur 20 de façon à définir une alvéole 24 ayant des portées amont 26.1 et aval 26.2 ayant des surfaces régulières. L'usinage est réalisé de préférence de sorte que l'alvéole 24 présente une configuration axisymétrique, hors fenêtres d'introduction 36, 34 d'aube ou de verrou.
- [0066] On réalise également une étape d'usinage du tambour de compresseur 20 visant à permettre l'installation des éléments de protection 45.1, 45.2 décrits plus en détails ci-après. Suivant cette opération, deux gorges de montage 46.1, 46.2 sont réalisées respectivement en amont et en aval de l'alvéole 24 dans la face verticale amont 31.1 et dans la face verticale aval 31.2.
- [0067] On réalise en outre une étape d'usinage des faces externes amont 30.1 et aval 30.2 du tambour de compresseur basse pression 20 de façon à obtenir des surfaces régulières. En particulier, la zone de passage 40 du joint d'étanchéité est usinée de façon à former une alternance de portions saillantes 48 et de portions planes 49 pour faciliter une installation d'un élément de protection 45.1, 45.2 sur le tambour de compresseur basse pression 20.
- [0068] Une fois les étapes d'usinage terminées, on installe un élément de protection amont 45.1 et un élément de protection aval 45.2 de telle façon que les éléments de protection 45.1, 45.2 coopèrent respectivement avec une gorge de montage 46.1, 46.2 correspondante réalisée dans le tambour 20 et recouvrent respectivement la portée amont 26.1 et la portée aval 26.2 de l'alvéole 24.
- [0069] Les éléments de protection 45.1, 45.2 viennent ainsi combler le jeu entre les portées de l'aube mobile 19 et les portées de l'alvéole 24 du tambour de compresseur 20, tel que montré sur la [Fig.12].
- [0070] Plus précisément, chaque élément de protection 45.1, 45.2 (amont ou aval) est destiné à être disposé au moins en partie entre un pied d'aube 25 et le tambour de compresseur 20.

- [0071] Suivant une géométrie standard amont représentée sur la [Fig.7a] et 12, l'élément de protection amont 45.1 dit également "clinquant amont" comporte une première paroi latérale amont 51.1, une deuxième paroi latérale amont 52.1 et une paroi de liaison amont 53.1 assurant la liaison entre la première paroi latérale amont 51.1 et la deuxième paroi latérale amont 52.1.
- [0072] La première paroi latérale amont 51.1 comprend une portion interne amont 54.1 destinée à recouvrir la portion arrondie interne amont 27.1 d'une alvéole 24, une portion de portée amont 55.1 destinée à recouvrir une portée de pied d'aube amont 26.1 de l'alvéole 24 et une portion externe amont 56.1 destinée à recouvrir une portion arrondie externe amont 29.1 du tambour située dans un prolongement de la portée de pied d'aube amont 26.1. La portion de portée amont 55.1 forme un angle non nul par rapport à la paroi de liaison amont 53.1.
- [0073] La paroi de liaison amont 53.1 est destinée à recouvrir la face externe amont 30.1 du tambour de compresseur 20. La paroi de liaison amont 53.1 présente une forme plane. La paroi de liaison amont 53.1 est élastiquement déformable de façon à permettre un montage de l'élément de protection amont 45.1 sur le tambour de compresseur 20. La paroi de liaison amont 53.1 comporte au moins une ouverture 60 de passage d'une portion saillante 48 de la zone de passage de joint 40. Le nombre d'ouvertures de passage dépend de la configuration de la zone de passage de joint 40 à l'endroit où est positionné l'élément de protection amont 45.1.
- [0074] La deuxième paroi latérale amont 52.1 comporte une portion saillante amont 57.1 destinée à coopérer avec la gorge de montage amont 46.1 réalisée dans une face verticale amont 31.1 du tambour. La portion saillante amont 57.1 s'étend vers l'intérieur de l'élément de protection amont 45.1. La deuxième paroi latérale amont 52.1 présente une forme en S. L'élément de protection amont 45.1 présente une axi-symétrie au niveau de l'alvéole 24.
- [0075] De façon analogue, suivant une géométrie standard aval représentée sur les figures 7b et 12, l'élément de protection aval 45.2 comporte une première paroi latérale aval 51.2, une deuxième paroi latérale aval 52.2 et une paroi de liaison aval 53.2 assurant la liaison entre la première paroi latérale aval 51.2 et la deuxième paroi latérale aval 52.2.
- [0076] La première paroi latérale aval 51.2 comprend une portion interne aval 54.2 destinée à recouvrir la portion arrondie interne aval 27.2 d'une alvéole 24, une portion de portée aval 55.2 destinée à recouvrir une portée de pied d'aube aval 26.2 d'une alvéole 24 et une portion externe aval 56.2 destinée à recouvrir la portion arrondie externe aval 29.2 du tambour 20 située dans un prolongement de la portée de pied d'aube aval 26.2. La portion de portée aval 55.2 forme un angle non nul par rapport à la paroi de liaison aval 53.2.
- [0077] La paroi de liaison aval 53.2 est destinée à recouvrir la face externe aval 30.2 du

tambour de compresseur 20. La paroi de liaison aval 53.2 présente une forme plane. La paroi de liaison aval 53.2 est élastiquement déformable de façon à permettre un montage de l'élément de protection aval 45.2 sur le tambour de compresseur 20.

- [0078] La deuxième paroi latérale aval 52.2 comporte une portion saillante aval 57.2 destinée à coopérer avec la gorge de montage aval 46.2 réalisée dans la face verticale aval 31.2 du tambour 20. La portion saillante aval 57.2 s'étend vers l'intérieur de l'élément de protection aval 45.2. La deuxième paroi latérale aval 52.2 présente une forme en S. L'élément de protection aval 45.2 présente une axisymétrie au niveau de l'alvéole 24.
- [0079] Suivant une géométrie de type verrou montrée sur la [Fig.8a], l'élément de protection amont 45.1 comporte un évidement amont 63.1 destiné à être disposé en regard d'une portion amont d'une fenêtre d'introduction 36 d'aube réalisée dans le tambour de compresseur basse pression 20. L'évidement amont 63.1 est réalisé dans la portion externe amont 56.1 et dans la paroi de liaison amont 53.1 de l'élément de protection amont 45.1. L'élément de protection amont 45.1 comporte également des évidements 64.1 destinés à être disposés chacun en regard d'une portion d'une fenêtre d'introduction 37 de verrou d'aube.
- [0080] De façon analogue, suivant une géométrie de type verrou montrée sur la [Fig.8b], l'élément de protection aval 45.2 comporte un évidement aval 63.2 destiné à être disposé en regard d'une portion aval d'une fenêtre d'introduction 36 d'aube réalisée dans le tambour de compresseur 20. L'évidement aval 63.2 est réalisé dans la portion externe aval 56.2 et dans la paroi de liaison aval 53.2 de l'élément de protection aval 45.2. L'élément de protection aval 45.2 comporte également des évidements 64.2 destinés à être disposés en regard d'une portion d'une fenêtre d'introduction 37 de verrou d'aube.
- [0081] De préférence, chaque élément de protection 45.1, 45.2 est constitué par une tôle pliée ayant une épaisseur comprise entre 0.2 mm et 0.4 mm. L'épaisseur de la tôle pourra être adaptée au besoin de réparation de façon à compenser le niveau d'usure de l'alvéole 24. La tôle fine est suffisamment déformable pour permettre à l'élément de protection 45.1, 45.2 d'épouser la forme de l'alvéole 24 usinée.
- [0082] Chaque élément de protection 45.1, 45.2 est réalisé dans un matériau métallique à base de nickel, notamment de type inconel (marque déposée). Un tel matériau apporte une tenue à l'usure supérieure au titane et permet de produire des pièces de faibles épaisseurs suffisamment rigides pour supporter les contraintes de matage à l'interface entre les aubes mobiles 19 et le tambour de compresseur 20.
- [0083] La portion de portée 55.1, 55.2 pourra être recouverte par une couche de vernis lubrifiant. Cela permet d'améliorer les conditions de contact entre une aube mobile 19 et la portée 26.1, 26.2 correspondante de l'alvéole 24 pour maximiser la durée de vie du

tambour de compresseur 20.

- [0084] De préférence, une dimension tangentielle de l'élément de protection 45.1, 45.2 est telle que plusieurs aubes mobiles 19, notamment entre 1 et 5, puissent être en contact avec ce dernier. Avantageusement, une longueur tangentielle de l'élément de protection 45.1, 45.2 est supérieure à une longueur tangentielle d'une plateforme d'aube 65 (cf. [Fig.11]) afin d'éviter que les portées d'une aube 19 soient en contact avec deux éléments de protection 45.1, 45.2 voisins engendrant une discontinuité de contact entre l'aube mobile 19 et le tambour de compresseur 20.
- [0085] En outre, la longueur tangentielle de l'élément de protection 45.1, 45.2 est inférieure ou égale à une longueur tangentielle de cinq plateformes d'aubes 65 afin d'autoriser une déformation de l'élément de protection 45.1, 45.2 pour son montage sur le tambour de compresseur 20. En effet, une longueur supérieure de l'élément de protection 45.1, 45.2 augmenterait sa rigidité ce qui empêcherait d'obtenir la déformation nécessaire à son montage sur le tambour de compresseur 20.
- [0086] On décrit ci-après, en référence avec la [Fig.9], les différentes étapes de montage de l'élément de protection 45.1. Les étapes sont identiques avec l'élément de protection 45.2 au sens de montage près.
- [0087] Comme cela est illustré par la vue de gauche, l'élément de protection 45.1 est positionné suivant la flèche F1, de telle façon que la portion interne 54.1 et la portion de portée 55.1 viennent respectivement en regard de la portion arrondie interne 27.1 et de la portée 26.1 d'une alvéole 24. La paroi de liaison 53.1 présente une forme plane avant son montage.
- [0088] Comme cela est illustré par la vue centrale, un effort radial est appliqué sur l'élément de protection 45.1, de telle façon que la paroi de liaison 53.1 est déformée pour permettre à la portion saillante 57.1 de l'élément de protection 45.1 de coopérer avec la gorge de montage 46.1.
- [0089] Comme cela est illustré par la vue de droite, la paroi de liaison 53.1 reprend ensuite sa forme plane initiale de façon à recouvrir la face externe 30.1 du tambour de compresseur 20. Ainsi, l'élément de protection amont 45.1 ou aval 45.2 est maintenu respectivement autour d'une paroi amont 35.1 ou aval 35.2 d'une alvéole 24.
- [0090] Comme cela est illustré par la [Fig.10], une pluralité d'éléments de protection amont 45.1 sont ainsi disposés bord à bord pour suivre la circonférence d'une paroi amont 35.1 de l'alvéole 24 du tambour. De même, une pluralité d'éléments de protection aval 45.2 sont disposés bord à bord pour suivre la circonférence d'une paroi aval 35.2 de l'alvéole 24 du tambour. On adapte la géométrie de l'élément de protection 45.1, 45.2 (standard ou verrou), en fonction de la configuration de l'alvéole 24 dans la zone d'implantation de l'élément de protection 45.1, 45.2.
- [0091] Comme cela est montré sur la [Fig.11], les aubes 19 pourront ensuite être installée à

l'intérieur de l'alvéole 24 par l'intermédiaire de la fenêtre d'introduction 36 suivant la méthode précédemment décrite en référence avec la [Fig.1]. Des verrous d'aubes sont ensuite mis en place par l'intermédiaire des fenêtre 37 pour éviter le déplacement des aubes 19 à l'intérieur de l'alvéole 24.

[0092] L'invention a également pour objet l'ensemble formé par un élément de protection 45.1, 45.2 et le tambour de compresseur 20.

[0093] Bien entendu, les différentes caractéristiques, variantes et/ou formes de réalisation de la présente invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.

[0094] En outre, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits précédemment et fournis uniquement à titre d'exemple. Elle englobe diverses modifications, formes alternatives et autres variantes que pourra envisager l'homme du métier dans le cadre de la présente invention et notamment toutes combinaisons des différents modes de fonctionnement décrits précédemment, pouvant être pris séparément ou en association.

## Revendications

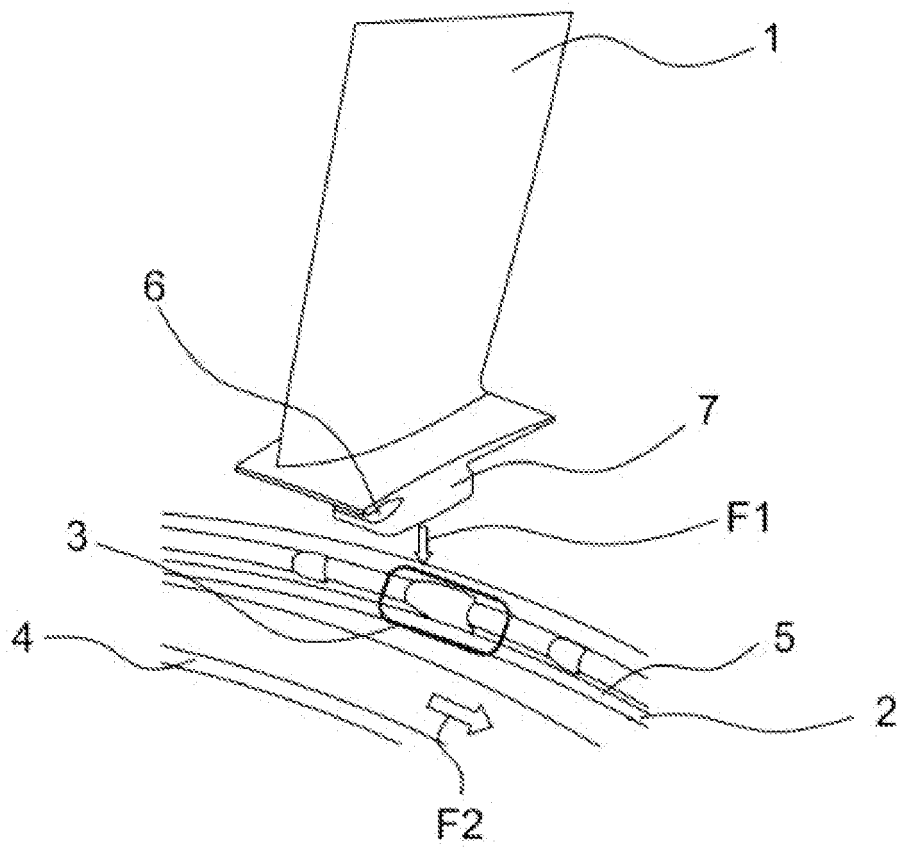
- [Revendication 1] Elément de protection (45.1, 45.2) pour un tambour de compresseur (20) destiné à être disposé au moins en partie entre un pied d'aube (25) et le tambour de compresseur (20) caractérisé en ce qu'il comporte:
- une première paroi latérale (51.1, 51.2) comportant une portion interne (54.1, 54.2) destinée à recouvrir une portion arrondie interne (27.1, 27.2) d'une alvéole (24) du tambour de compresseur (20), une portion de portée (55.1, 55.2) destinée à recouvrir une portée de pied d'aube (26.1, 26.2) de l'alvéole (24), et une portion externe (56.1, 56.2) destinée à recouvrir une portion arrondie externe (29.1, 29.2) du tambour de compresseur (20),
  - une paroi de liaison (53.1, 53.2) destinée à recouvrir une face externe (30.1, 30.2) du tambour de compresseur (20), et
  - une deuxième paroi latérale (52.1, 52.2) comportant une portion saillante (57.1, 57.2) destinée à coopérer avec une gorge de montage (46.1, 46.2) réalisée dans une face verticale (31.1, 31.2) du tambour de compresseur (20).
- [Revendication 2] Elément de protection selon la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi de liaison (53.1, 53.2) est élastiquement déformable de façon à permettre un montage de l'élément de protection (45.1, 45.2) sur le tambour de compresseur (20).
- [Revendication 3] Elément de protection selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte un évidement (63.1, 63.2) destiné à être disposé en regard d'une portion d'une fenêtre d'introduction d'aube (36) réalisée dans le tambour de compresseur (20).
- [Revendication 4] Elément de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un évidement (64.1, 64.2) destiné à être disposé en regard d'une portion d'une fenêtre d'introduction de verrou d'aube (37).
- [Revendication 5] Elément de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la paroi de liaison (53.1, 53.2) comporte au moins une ouverture (60) de passage d'une portion saillante (48) d'une zone de passage (40) d'un joint d'étanchéité.
- [Revendication 6] Elément de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il est constitué par une tôle pliée ayant une épaisseur comprise entre 0.2 mm et 0.4 mm.
- [Revendication 7] Elément de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,

- caractérisé en ce qu'il est réalisé dans un matériau métallique à base nickel.
- [Revendication 8] Élément de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la portion de portée (55.1, 55.2) est recouverte par une couche de vernis lubrifiant.
- [Revendication 9] Élément de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'une longueur tangentielle de l'élément de protection (45.1, 45.2) est supérieure à une longueur tangentielle d'une plateforme d'aube (65) et inférieure ou égale à une longueur tangentielle de cinq plateformes d'aubes (65).
- [Revendication 10] Procédé de réparation d'un tambour de compresseur (20) caractérisé en ce qu'il comporte:
- une étape d'usinage destinée à supprimer une usure de portées (26.1, 26.2) du tambour de compresseur (20) de façon à définir une alvéole 24 ayant des portées amont et aval (26.1, 26.2) ayant des surfaces régulières,
  - une étape d'usinage de deux gorges de montage (46.1, 46.2) respectivement en amont et en aval de l'alvéole (24), et
  - une étape d'installation d'un élément de protection amont (45.1) défini selon l'une quelconque des revendications précédentes et d'un élément de protection aval (45.2) défini selon l'une quelconque des revendications précédentes de telle façon que les éléments de protection (45.1, 45.2) coopèrent respectivement avec une gorge de montage (46.1, 46.2) correspondante réalisée dans le tambour de compresseur (20) et recouvrent les portées amont et aval (26.1, 26.2) de l'alvéole (24).
- [Revendication 11] Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape d'usinage d'une zone de passage (40) d'un joint d'étanchéité de façon à présenter une alternance de portions saillantes (48) et de portions planes (49) pour faciliter une installation d'un élément de protection (45.1, 45.2) sur le tambour de compresseur (20).
- [Revendication 12] Procédé selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que chaque élément de protection (45.1, 45.2) est installé par application d'un effort radial sur l'élément de protection (45.1, 45.2), de telle façon qu'une paroi de liaison (53.1, 53.2) de l'élément de protection (45.1, 45.2) est déformée pour permettre à une portion saillante (57.1, 57.2) de chaque élément de protection (45.1, 45.2) de coopérer avec une gorge de montage (46.1, 46.2) correspondante avant de reprendre sa forme plane initiale de façon à recouvrir une face externe (30.1, 30.2) corres-

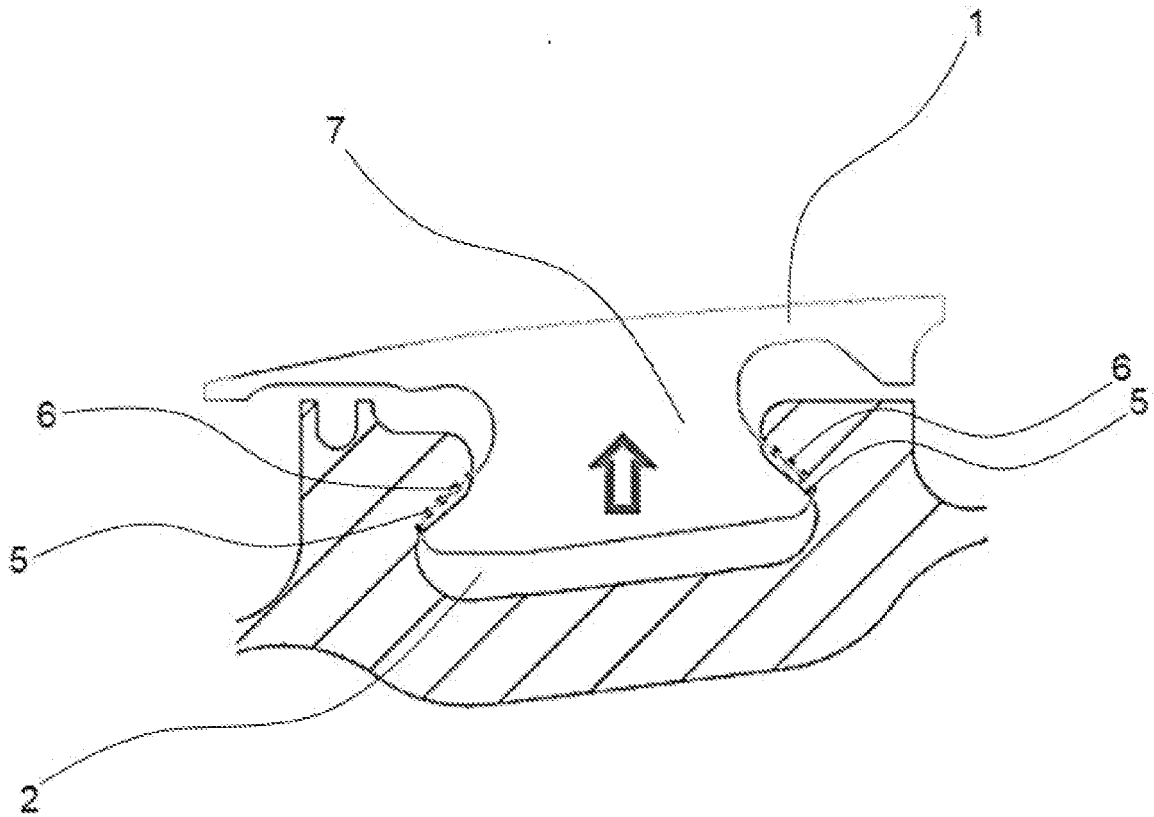
pondante du tambour de compresseur (20).

[Revendication 13] Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape d'usinage de faces externes (30.1, 30.2) du tambour de compresseur (20) situées respectivement en amont et en aval de l'alvéole (24).

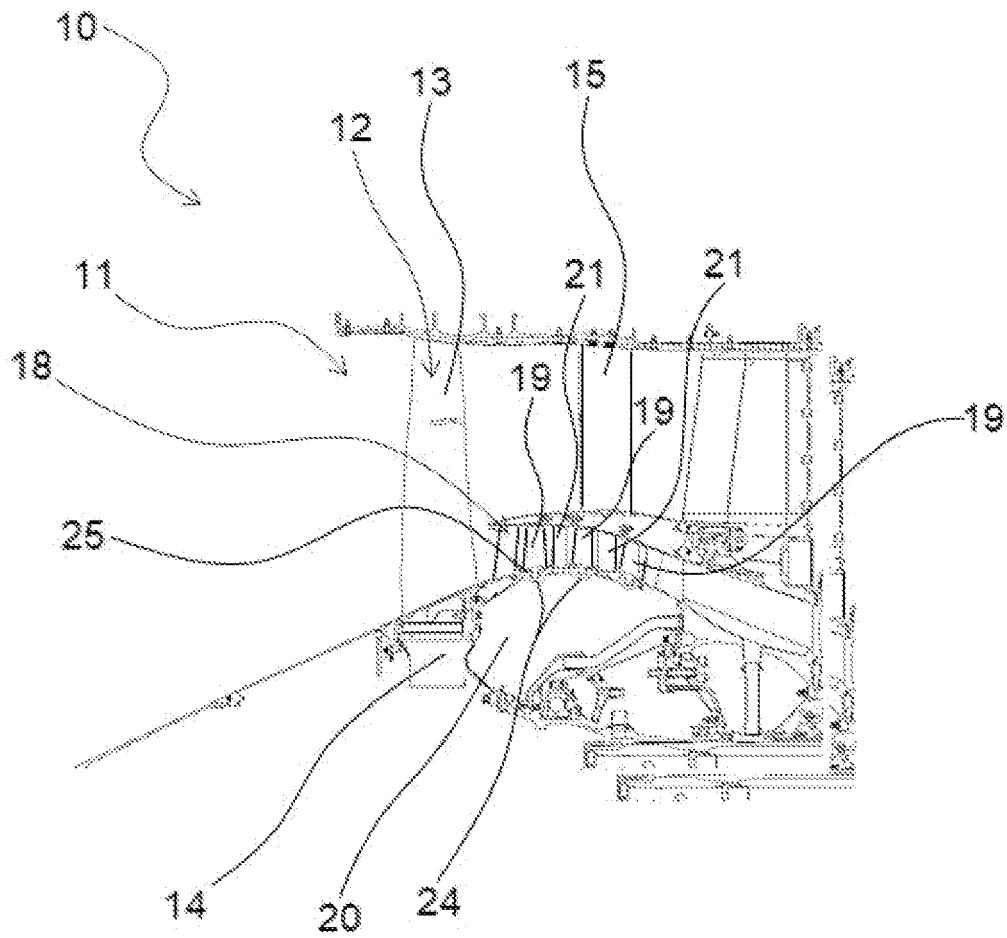
[Fig. 1]



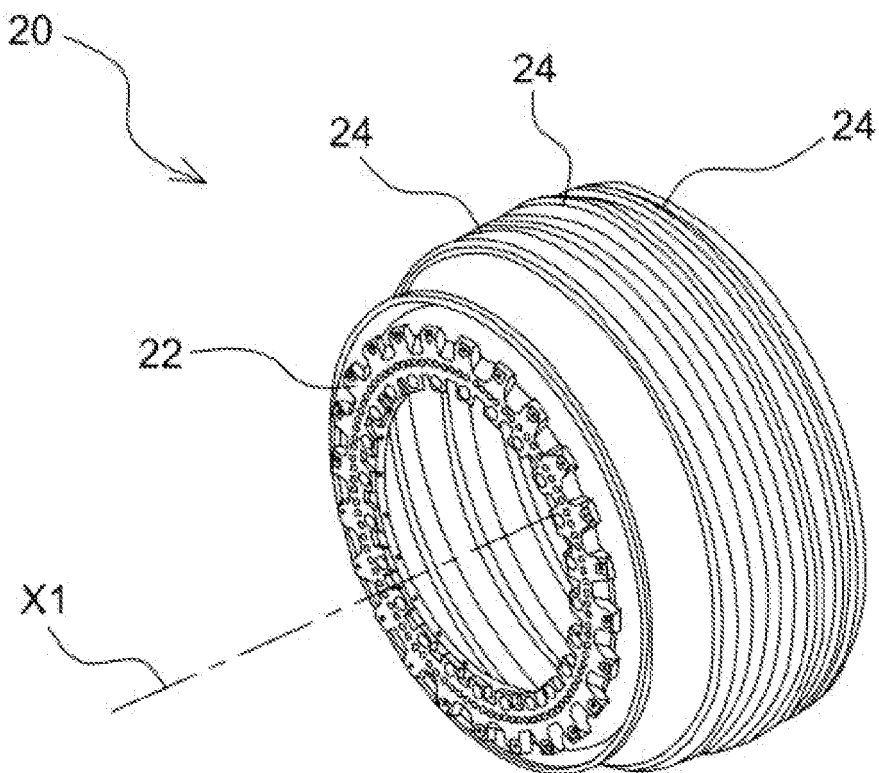
[Fig. 2]



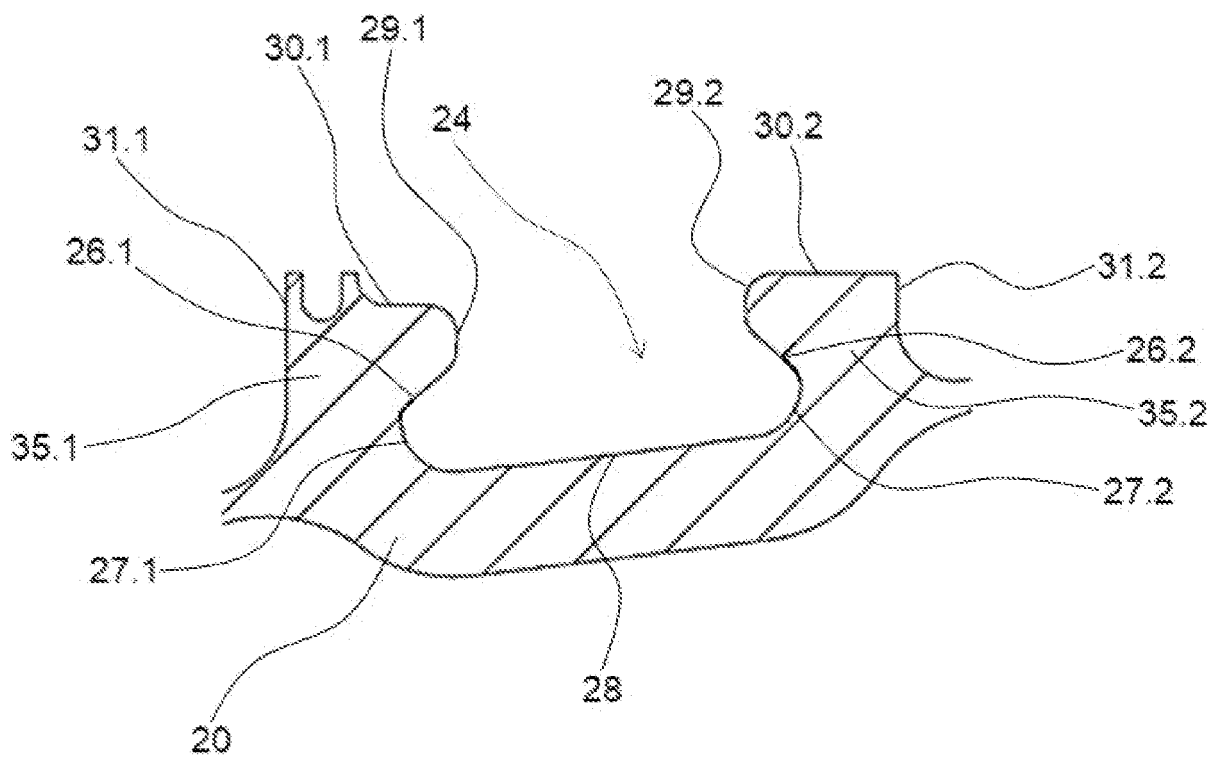
[Fig. 3]



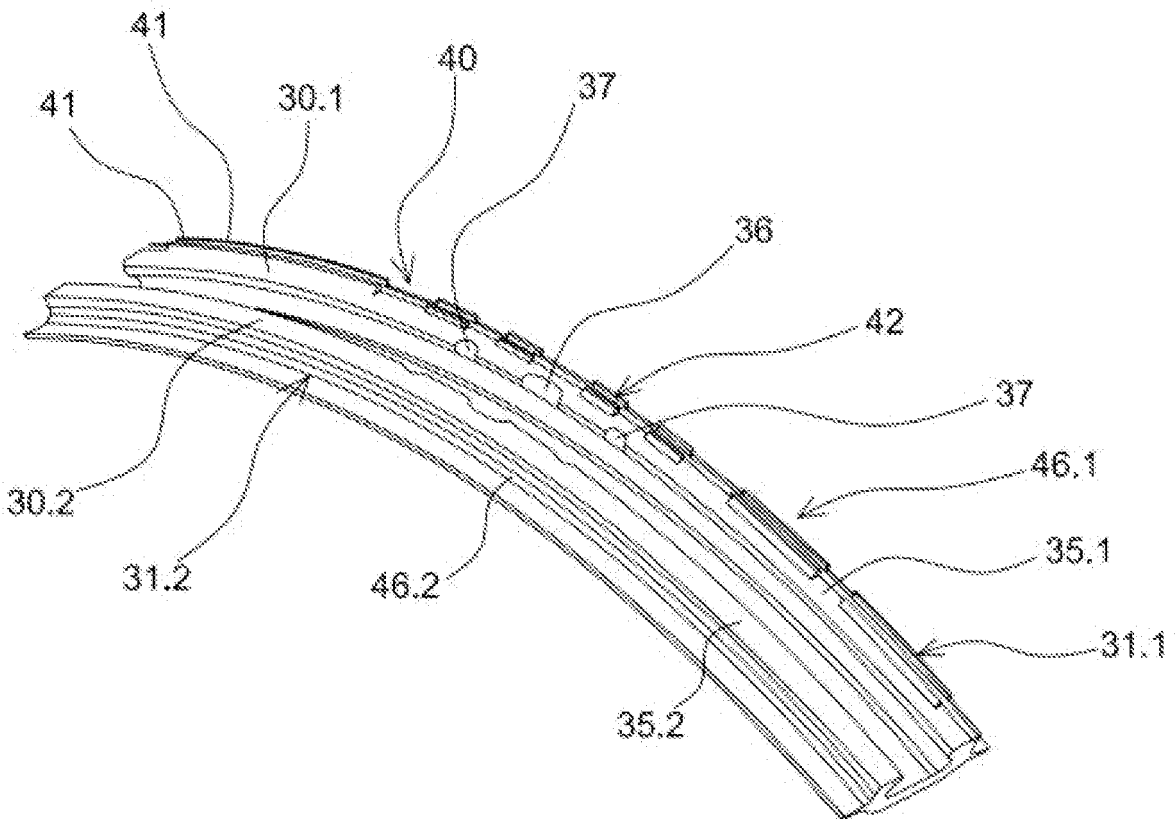
[Fig. 4]



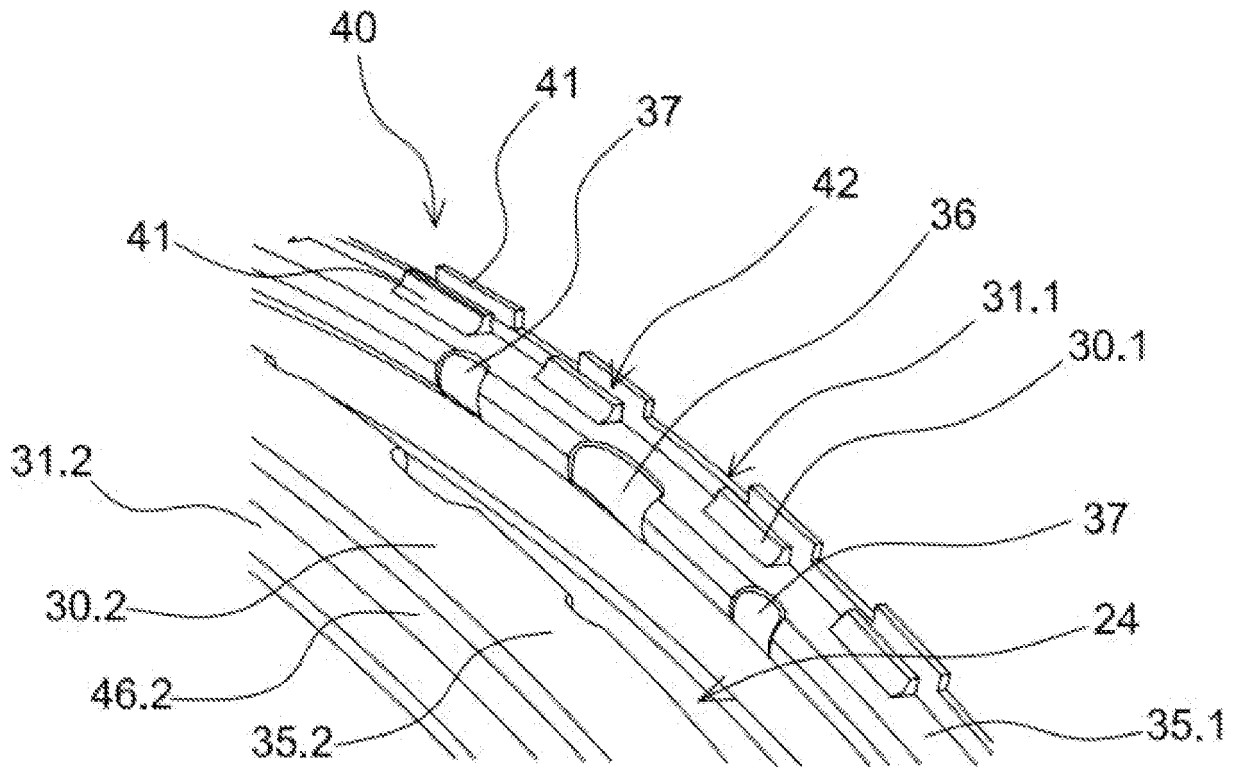
[Fig. 5]



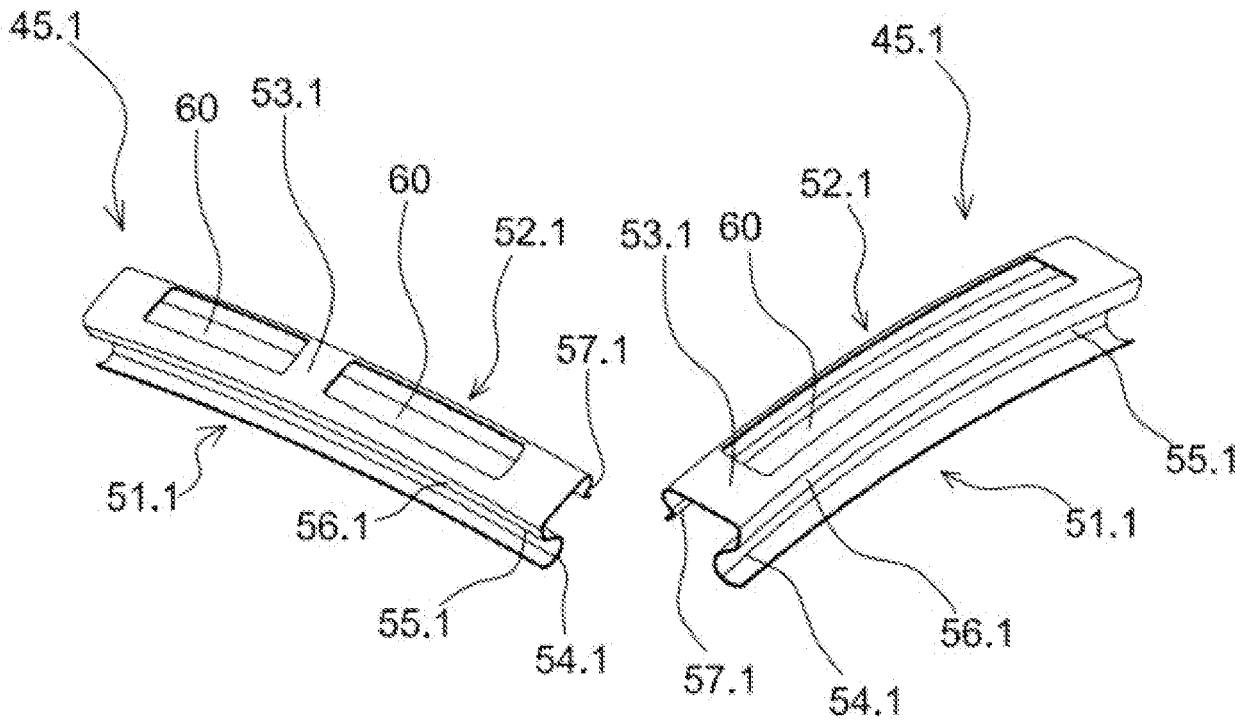
[Fig. 6a]



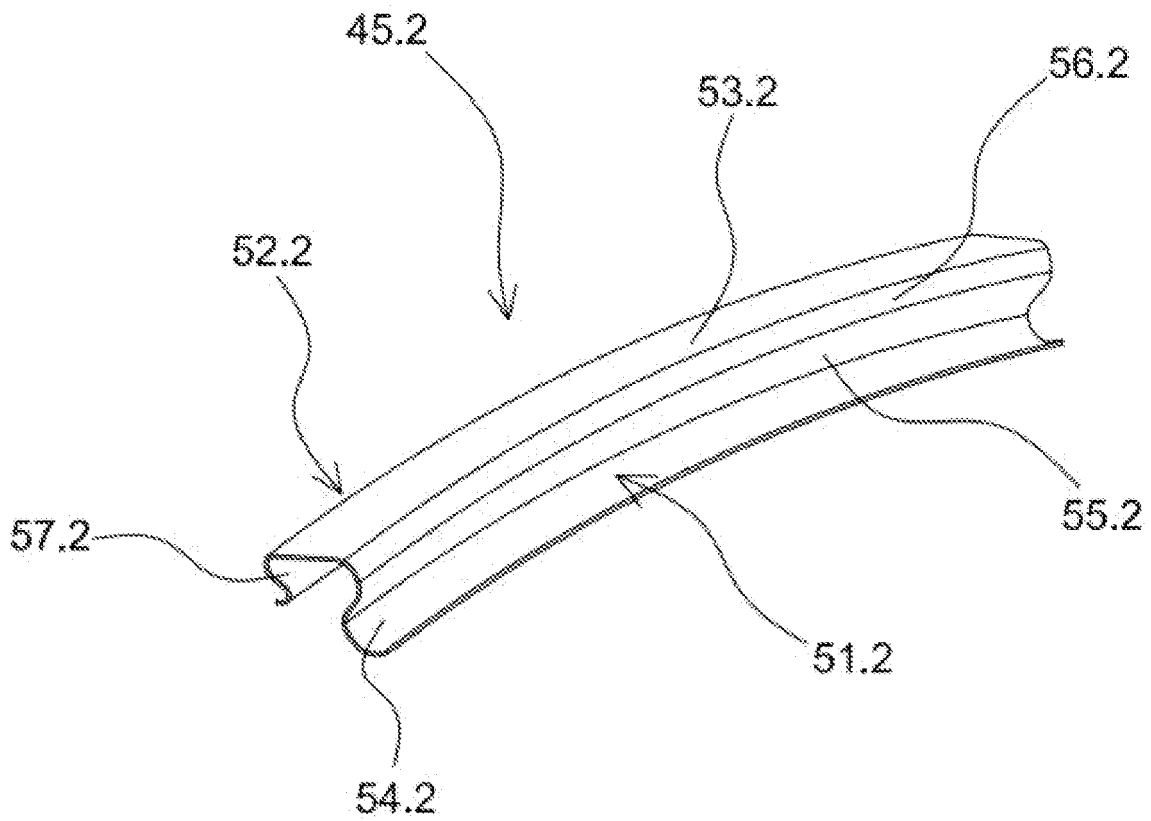
[Fig. 6b]



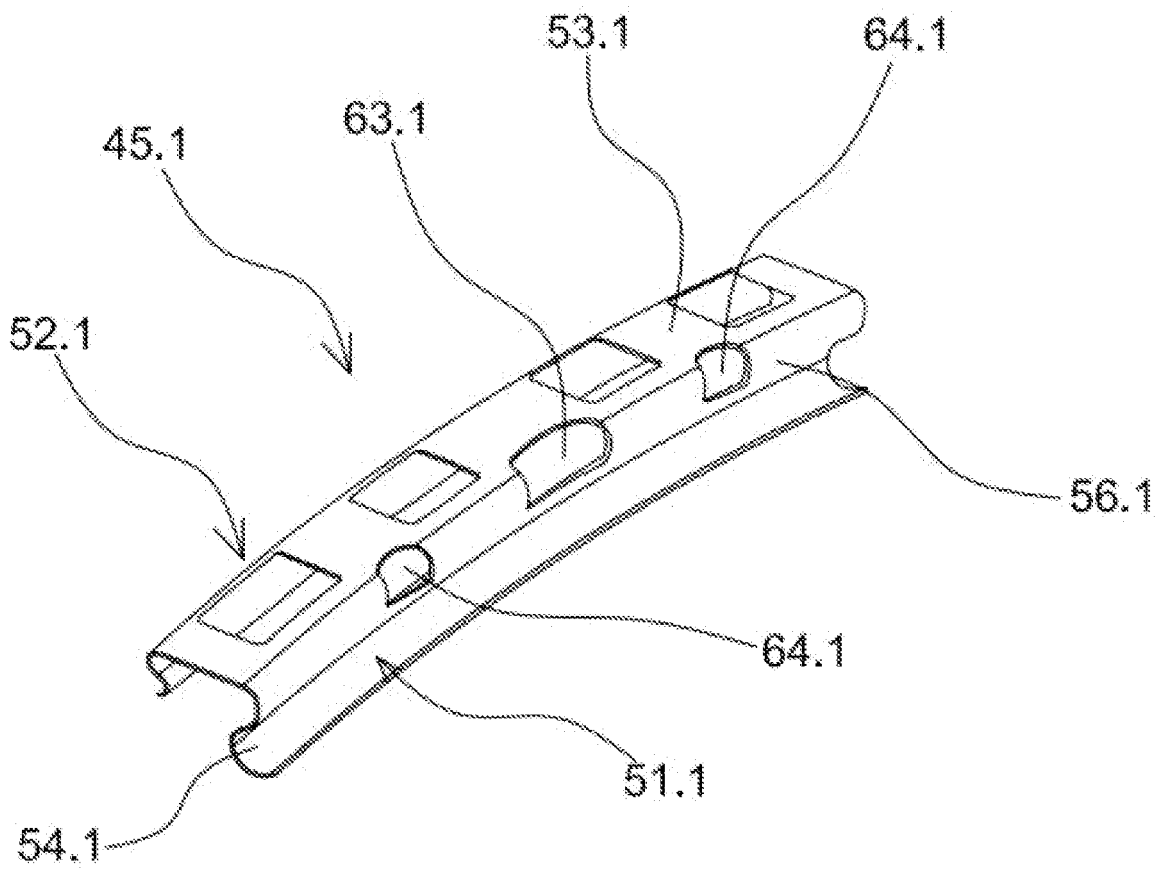
[Fig. 7a]



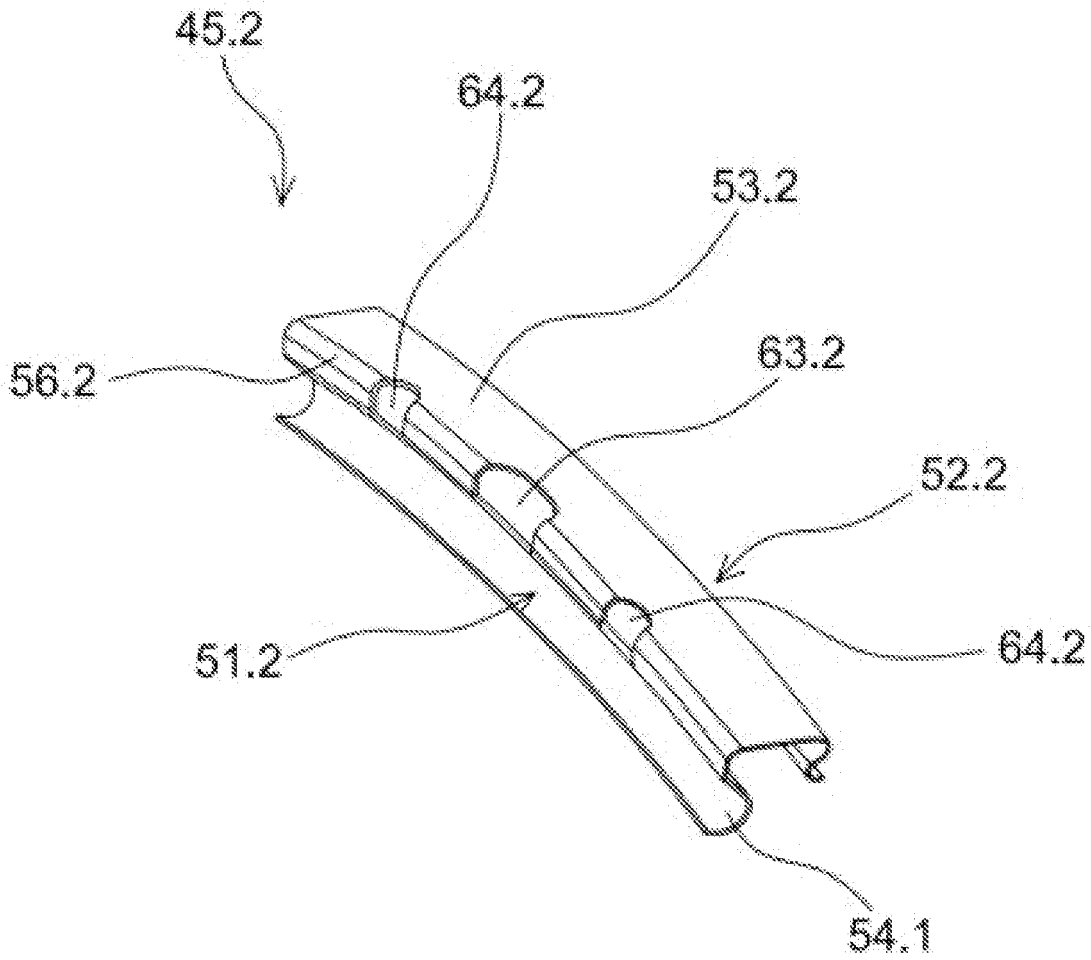
[Fig. 7b]



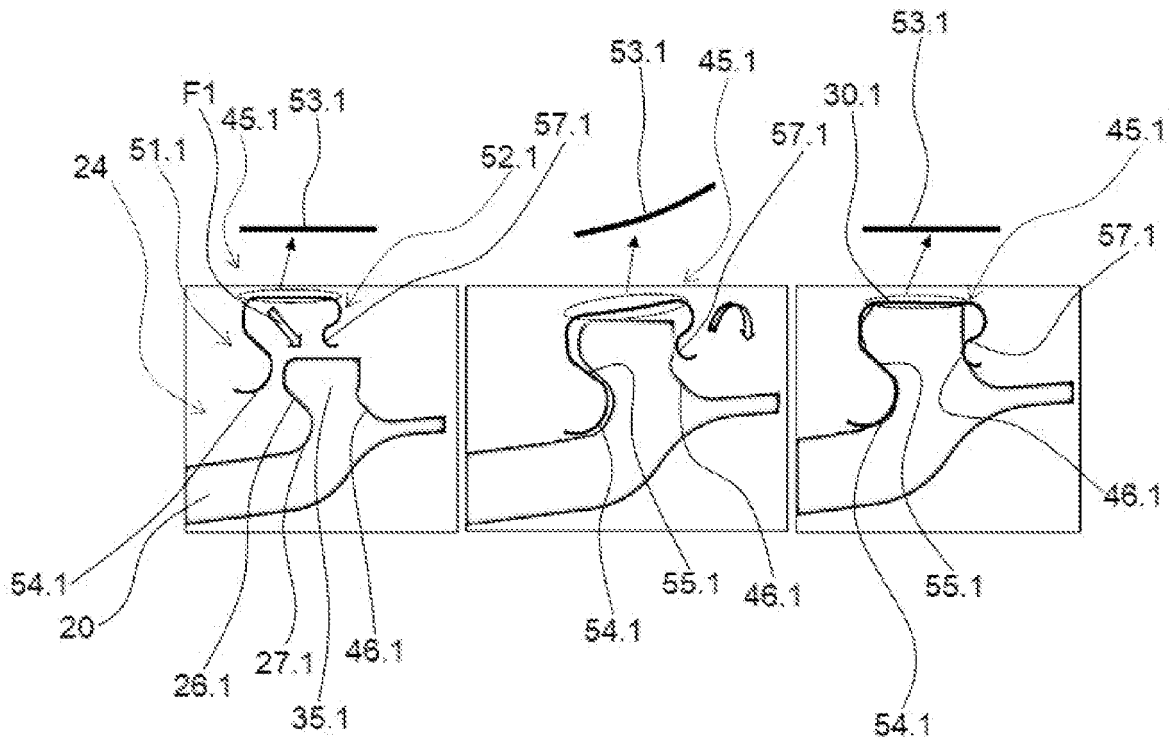
[Fig. 8a]



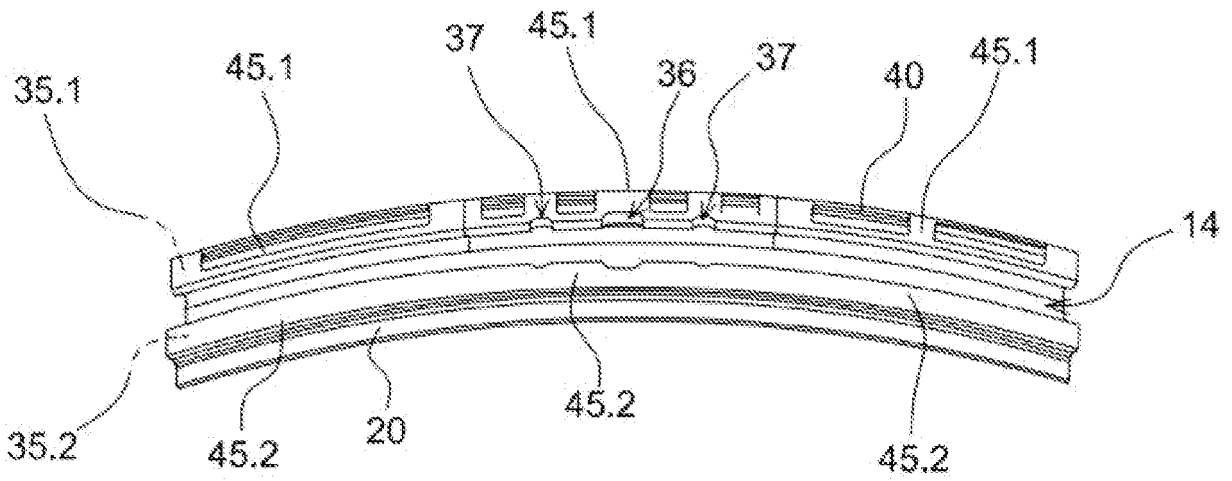
[Fig. 8b]



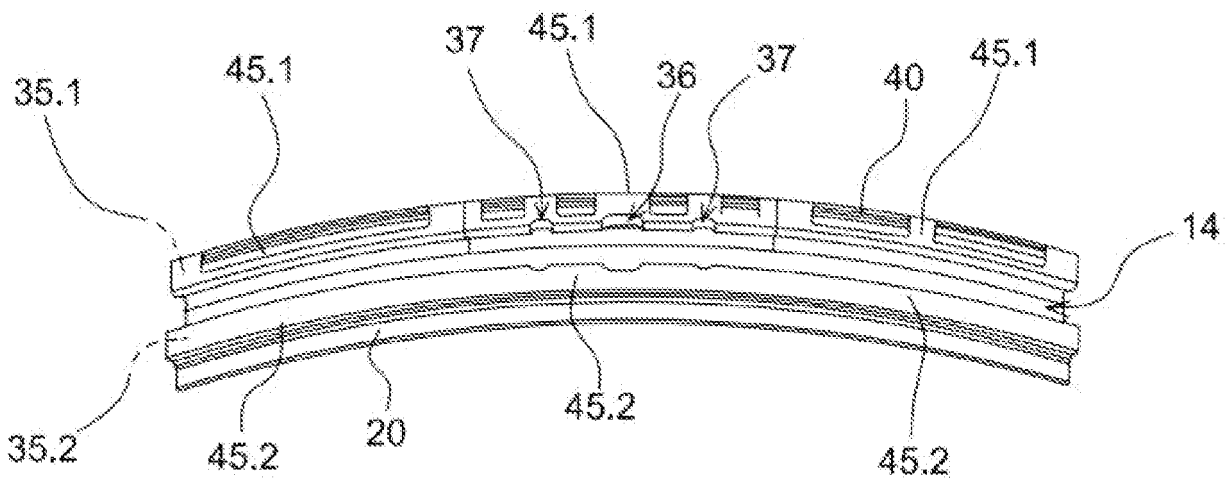
[Fig. 9]



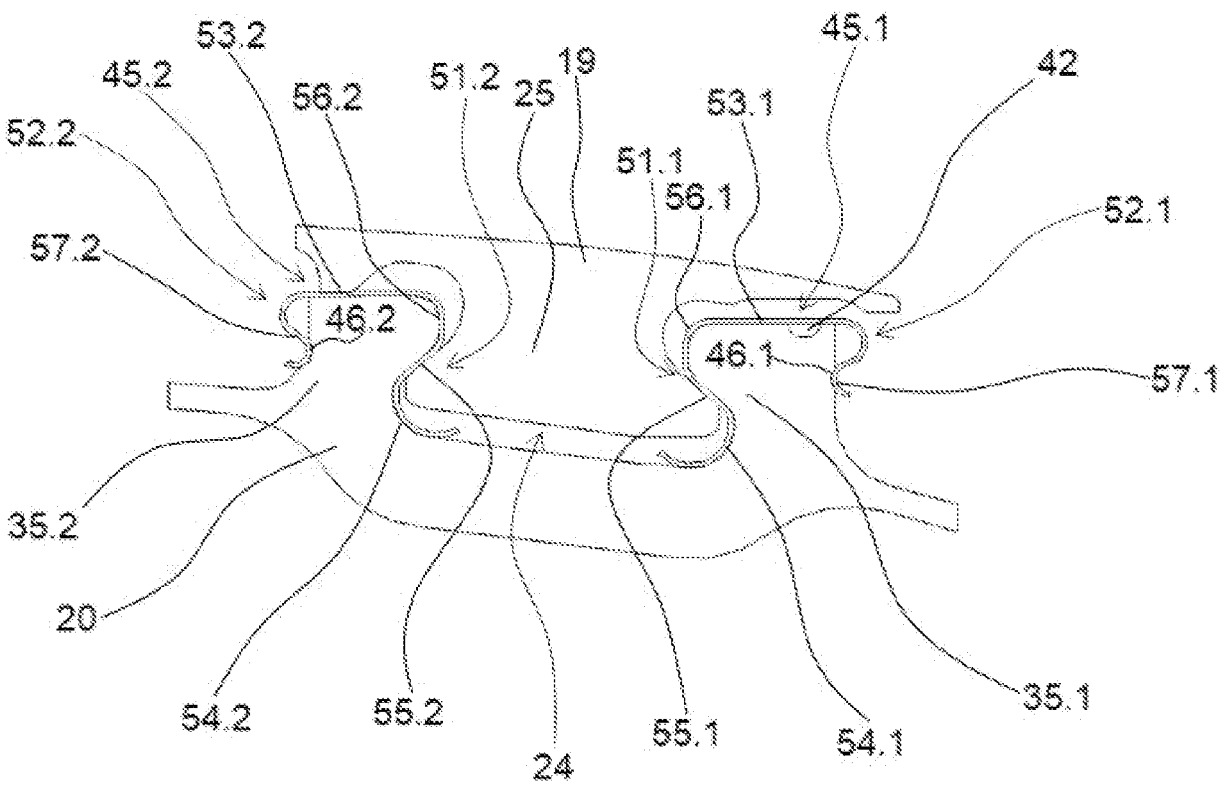
[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

GB 630 357 A (SVENSKA TURBINFAB AB)  
11 octobre 1949 (1949-10-11)

US 4 818 182 A (BOURU MICHEL A [FR])  
4 avril 1989 (1989-04-04)

US 6 332 617 B1 (LEVEAUX JACQUES [FR] ET  
AL) 25 décembre 2001 (2001-12-25)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT