

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

3 116 089

②1 N° d'enregistrement national : 20 11605

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : F 04 D 29/38 (2020.12), B 29 C 70/00

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.11.20.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 13.05.22 Bulletin 22/19.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : Safran Aircraft Engines Société par  
actions simplifiée (SAS) — FR.

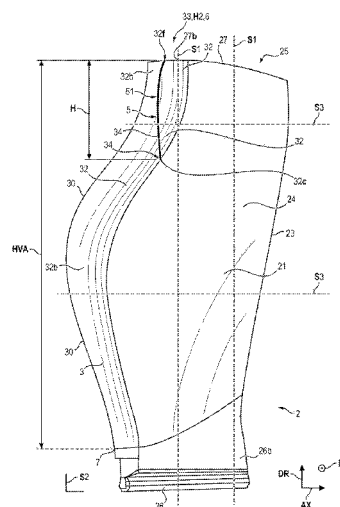
⑦2 Inventeur(s) : SULLET Charles-Henri Claude Jacky,  
BELMON Guillaume Claude Robert et GONDRE Guil-  
laume Pascal Jean-Charles.

⑦3 Titulaire(s) : Safran Aircraft Engines Société par  
actions simplifiée (SAS).

⑦4 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

⑤4 Aube de soufflante rotative de turbomachine, soufflante et turbomachine munies de celle-ci.

⑤7 La présente invention concerne une aube (2) de souf-  
flante rotative de turbomachine, caractérisée en ce que l'ai-  
lette (32) et/ou (33) et/ou le flanc (32b) d'extrados et/ou le  
flanc d'intrados de la pièce (3) de renforcement comporte  
une ligne (5, 6) de rupture prescrite, qui s'étend à partir  
d'une extrémité (27b) de tête d'aube de la pièce (3) sur une  
hauteur déterminée (H, H2) non nulle en passant sur une  
partie de la couche d'adhésif jusqu'à une deuxième extrémi-  
té aval (32c) d'au moins l'une des ailettes (32, 33).  
Figure pour l'abrégé: Fig. 1



FR 3 116 089 - A1



## Description

### **Titre de l'invention : Aube de soufflante rotative de turbomachine, soufflante et turbomachine munies de celle-ci**

- [0001] L'invention concerne une aube de soufflante rotative de turbomachine, une soufflante rotative de turbomachine munie de celle-ci et une turbomachine munie de celle-ci.
- [0002] Le domaine de l'invention concerne les turbomachines d'aéronefs, notamment les turboréacteurs ou les turbopropulseurs.
- [0003] On connaît des aubes de soufflante dont le corps en matériau composite possède un bord d'attaque métallique rapporté.
- [0004] Les aubes de soufflante sont la partie mise en rotation située la plus en amont de la turbomachine en vol et donc la partie exposée directement à l'ingestion d'éléments étrangers, tels que par exemple des oiseaux ou autres. Ainsi, les aubes de soufflante peuvent être soumises à l'ingestion d'éléments étrangers plus gros et ayant une énergie cinétique plus grande que les autres étages situés en aval de la soufflante, du fait que les aubes lors de leur rotation ralentissent ou coupent l'oiseau butant contre les aubes.
- [0005] Le choc provoqué par l'ingestion d'oiseau peut ainsi provoquer un endommagement du bord d'attaque métallique de l'aube de soufflante, qui peut alors se détacher par rapport au corps en matériau composite.
- [0006] Pour une aube de soufflante rotative dont le bord d'attaque métallique est formé par une pièce de renforcement se terminant par deux ailettes collées sur la partie amont de l'intrados et de l'extrados du corps en matériau composite, ce possible décollement se traduit, ainsi que représenté à titre d'exemple et de principe aux figures 14 et 15 pour des ailettes longues et fines, par un possible retournement de l'une et/ou l'autre des ailettes qui, du fait de la courbure tridimensionnelle de l'aube, se retrouve alors en saillie à l'encontre du flux aérodynamique en vol.
- [0007] En effet, la force centrifuge exercée sur l'aube lors de sa rotation, combinée au choc contre l'oiseau rencontrant l'aube, peut provoquer ce retournement de l'ailette.
- [0008] Il s'ensuit donc que l'aube rotative de soufflante se retrouve en situation d'entrave contre le flux aérodynamique, contrairement à l'effet recherché de cette aube, qui est d'acheminer le flux aérodynamique vers les autres étages de la turbomachine situés en aval de l'aube rotative de soufflante. Le retournement de l'ailette du bord d'attaque de l'aube rotative de soufflante provoque dans ce cas une diminution indésirable de la poussée produite par la turbomachine.
- [0009] Le risque est alors accru que la turbomachine soit pénalisée pour assurer en vol une poussée correspondant à 75 % de la poussée exercée pour le décollage, ces 75 % en vol étant un critère imposé par les autorités. Par ailleurs, dans le cas d'un moteur à

soufflante carénée, le retournement de l'ailette doit éviter autant que possible de détériorer le carter qui entoure la soufflante rotative.

[0010] L'invention vise à obtenir une aube de soufflante rotative de turbomachine qui résout le problème indiqué ci-dessus et évite le retournement de l'ailette en cas de choc sur le bord d'attaque métallique rapporté.

[0011] A cet effet, un premier objet de l'invention est une aube de soufflante rotative de turbomachine, l'aube comportant

un corps en un matériau composite ayant un bord amont et un bord aval, entre lesquels le corps s'étend suivant une première direction longitudinale, un extradados et un intrados, entre lesquels le corps s'étend suivant une deuxième direction d'épaisseur, qui est transversale à la première direction, un pied d'aube et une première surface de tête d'aube, entre lesquels le corps s'étend suivant une troisième direction de hauteur, transversale aux première et deuxième directions, le pied d'aube ayant pour fonction la fixation sur un moyeu rotatif longitudinal de soufflante,

une pièce de renforcement métallique et formant un bord d'attaque de l'aube, la pièce de renforcement comportant un prolongement amont collé par une couche d'adhésif au bord amont, une première ailette, qui est raccordée en aval d'un premier flanc d'extrados du prolongement amont et qui est collée par la couche d'adhésif à une partie amont de l'extrados, et une deuxième ailette, qui est raccordée en aval d'un deuxième flanc d'intrados du prolongement amont et qui est collée par la couche d'adhésif à une partie amont de l'intrados,

le corps, le prolongement amont, la première ailette et la deuxième ailette ayant une courbure tridimensionnelle dans des sections prises perpendiculairement aux première, deuxième et troisième directions,

caractérisée en ce que la pièce comporte au moins une ligne de rupture prescrite, qui s'étend à partir d'une première extrémité de la pièce sur une hauteur déterminée non nulle suivant la troisième direction en passant sur une partie de la couche d'adhésif jusqu'à une deuxième extrémité aval d'au moins l'une des ailettes, la première extrémité étant plus proche d'une deuxième surface de tête d'aube de la pièce que la deuxième extrémité aval.

[0012] Grâce à l'invention, la partie de l'ailette ou de la pièce de renforcement située en aval de la ligne de rupture prescrite se rompt au niveau de cette ligne et est emportée en vol dans le flux aérodynamique, en cas de choc d'un élément étranger tel qu'un oiseau appliqué sur la partie de renforcement métallique formant le bord d'attaque de l'aube de soufflante. Ainsi, cette rupture de l'ailette empêche sa partie située en aval de la ligne de rupture prescrite de bloquer le flux aérodynamique envoyé par la soufflante de l'amont vers l'aval et évite par conséquent de diminuer la poussée produite par la turbomachine. Ainsi, même dans le cas d'un choc contre un oiseau de taille moyenne, la

poussée en vol reste donc supérieure à 75 % de la poussée exercée pour le décollage. L'essai de certification à l'ingestion d'oiseaux de taille moyenne (de poids 2.5 lb, où 1 lb (livre) est égale à 16 onces ou 453 grammes) peut donc être passé avec succès par l'aube. L'invention autorise également une forme plus fine du bord d'attaque.

- [0013] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première ailette et/ou le premier flanc d'extrados comporte au moins une première ligne de rupture prescrite, qui s'étend à partir d'une deuxième surface de tête d'aube de la pièce ou à partir d'une première extrémité aval de la première ailette proche de la deuxième surface sur une première hauteur déterminée non nulle suivant la troisième direction en passant sur une première partie de la couche d'adhésif jusqu'à une deuxième extrémité aval de la première ailette
- et/ou la deuxième ailette et/ou le deuxième flanc d'intrados comporte au moins une deuxième ligne de rupture prescrite, qui s'étend à partir d'une deuxième surface de tête d'aube de la pièce ou à partir d'une première extrémité aval de la deuxième ailette proche de la deuxième surface sur une deuxième hauteur déterminée non nulle suivant la troisième direction en passant sur une deuxième partie de la couche d'adhésif jusqu'à une deuxième extrémité aval de la deuxième ailette.
- [0014] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première extrémité est située en la deuxième surface de tête d'aube de la pièce.
- [0015] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première extrémité est située en une première extrémité aval de ladite au moins une des ailettes.
- [0016] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première ailette comporte la ligne de rupture prescrite, qui est une première ligne de rupture prescrite.
- [0017] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la deuxième ailette comporte la ligne de rupture prescrite, qui est une deuxième ligne de rupture prescrite.
- [0018] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la hauteur déterminée va au moins de la deuxième surface de tête d'aube de la pièce à une zone d'inflexion de la courbure située sur au moins l'une des ailettes.
- [0019] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la hauteur déterminée est d'au moins 20 % de la hauteur de veine aérodynamique de l'aube, définie de la deuxième surface de tête d'aube de la pièce à un point de début de veine aérodynamique de l'aube, qui est situé à distance du pied d'aube et qui est destiné à être en contact avec une plateforme inter-aubes.
- [0020] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la ligne de rupture prescrite comporte au moins une rainure d'amincissement du matériau de la pièce, la au moins une rainure s'étendant à partir de la première extrémité de la pièce sur la hauteur déterminée non nulle suivant la troisième direction en passant sur la partie de la couche d'adhésif jusqu'à la deuxième extrémité aval d'au moins l'une des ailettes, la au moins une

rainure étant remplie par un matériau de remplissage différent de celui de la pièce.

- [0021] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la rainure est située du côté d'une surface intérieure d'au moins l'une des ailettes, la surface intérieure étant en contact avec la partie de la couche d'adhésif, le matériau de remplissage étant le même matériau que celui de la couche d'adhésif.
- [0022] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la ligne de rupture prescrite est formée d'évidements discontinus de la pièce, qui sont situés du côté d'une surface intérieure d'au moins l'une des ailettes et qui sont remplis d'un matériau de remplissage, la surface intérieure étant en contact avec la partie de la couche d'adhésif, le matériau de remplissage étant le même matériau que celui de la couche d'adhésif.
- [0023] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première hauteur déterminée et/ou la deuxième hauteur déterminée va de la deuxième surface de tête d'aube de la pièce à une zone d'inflexion de la courbure sur la première ailette et/ou sur la deuxième ailette.
- [0024] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première hauteur déterminée et/ou la deuxième hauteur déterminée est d'au moins 20 % de la hauteur de veine aérodynamique de l'aube, définie de la deuxième surface de tête d'aube de la pièce à un point de début de veine aérodynamique de l'aube, qui est situé à distance du pied d'aube et qui est destiné à être en contact avec une plate-forme inter-aubes.
- [0025] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la hauteur déterminée est d'au moins 30 % de la hauteur de veine aérodynamique de l'aube, définie de la deuxième surface de tête d'aube de la pièce à un point de début de veine aérodynamique du corps, qui est situé à distance du pied d'aube et qui est destiné à être en contact avec une plateforme inter-aubes.
- [0026] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première ligne de rupture prescrite comporte au moins une première rainure d'amincissement du matériau de la première ailette et/ou du premier flanc d'extrados, la au moins une première rainure s'étendant à partir de la deuxième surface de tête d'aube de la pièce ou à partir de la première extrémité aval de la première ailette sur la première hauteur déterminée suivant la troisième direction en passant sur la première partie de la couche d'adhésif jusqu'à la deuxième extrémité aval de la première ailette, la au moins une première rainure étant remplie par un matériau de remplissage différent de celui de la pièce,  
 et/ou la deuxième ligne de rupture prescrite comporte au moins une deuxième rainure d'amincissement du matériau de la deuxième ailette et/ou du deuxième flanc d'intrados, la au moins une deuxième rainure s'étendant à partir de la deuxième surface de tête d'aube de la pièce ou à partir d'une première extrémité aval de la deuxième ailette sur la deuxième hauteur déterminée suivant la troisième direction en passant sur la deuxième partie de la couche d'adhésif jusqu'à l'extrémité aval de la deuxième ailette, la au moins une deuxième rainure étant remplie par un matériau de remplissage

différent de celui de la pièce.

[0027] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première rainure est située du côté d'une troisième surface intérieure de la première ailette, la troisième surface intérieure étant en contact avec la première partie de la couche d'adhésif, le matériau de remplissage étant le même matériau que celui de la couche d'adhésif

et/ou la deuxième rainure est située du côté d'une quatrième surface intérieure de la deuxième ailette, la quatrième surface intérieure étant en contact avec la deuxième partie de la couche d'adhésif, le matériau de remplissage étant le même matériau que celui de la couche d'adhésif.

[0028] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première rainure est située du côté d'une cinquième surface extérieure de la première ailette, la cinquième surface extérieure étant éloignée d'une troisième surface intérieure de la première ailette, qui est en contact avec la première partie de la couche d'adhésif

et/ou la deuxième rainure est située du côté d'une sixième surface extérieure de la deuxième ailette, la sixième surface extérieure étant éloignée d'une quatrième surface intérieure de la deuxième ailette, qui est en contact avec la deuxième partie de la couche d'adhésif.

[0029] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première ligne de rupture prescrite est formée d'évidements discontinus de la pièce, qui sont situés du côté d'une troisième surface intérieure de la première ailette et qui sont remplis d'un matériau de remplissage, la troisième surface intérieure étant en contact avec la première partie de la couche d'adhésif, le matériau de remplissage étant le même matériau que celui de la couche d'adhésif.

[0030] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première ligne de rupture prescrite et/ou la deuxième ligne de rupture prescrite est courbe dans des sections prises perpendiculairement aux première, deuxième et troisième directions.

[0031] Un deuxième objet de l'invention est une soufflante rotative de turbomachine, comportant un moyeu rotatif longitudinal de soufflante et une pluralité d'aubes telles que décrites ci-dessus, qui sont fixées au niveau de leur pied d'aube au moyeu rotatif longitudinal de soufflante.

[0032] Un troisième objet de l'invention est une turbomachine comportant une soufflante rotative telle que décrite ci-dessus, et, en aval de la soufflante, un compresseur basse pression, un compresseur haute pression, une chambre de combustion, une turbine haute pression et une turbine basse pression.

[0033] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif en référence aux figures ci-dessous des dessins annexés.

[0034] [fig.1] représente une vue schématique de côté d'une aube suivant un mode de réa-

lisation de l'invention.

- [0035] [fig.2] représente une vue schématique en perspective de la tête d'une aube suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0036] [fig.3] représente une vue schématique en coupe d'une aube suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0037] [fig.4] représente une vue schématique en coupe d'une aube suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0038] [fig.5] représente une vue schématique en coupe d'une aube suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0039] [fig.6] représente une vue schématique en coupe d'une aube suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0040] [fig.7] représente une vue schématique en coupe d'une aube suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0041] [fig.8] représente une vue schématique en coupe d'une aube suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0042] [fig.9] représente une vue schématique de côté d'une aube suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0043] [fig.10] représente une vue schématique de côté d'une aube suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0044] [fig.11] représente une vue schématique de côté d'une aube suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0045] [fig.12] représente une vue schématique de côté d'une aube suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0046] [fig.13] représente une vue schématique en coupe d'une aube suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0047] [fig.14] représente une vue schématique de l'intrados d'une aube suivant l'état de la technique.
- [0048] [fig.15] représente une vue schématique de l'extrados d'une aube suivant l'état de la technique.
- [0049] [fig.16] représente une vue schématique en coupe axiale d'une turbomachine, comportant l'aube suivant l'invention.
- [0050] On décrit ci-dessous plus en détail en référence à la [fig.16] un exemple de turbomachine 1 sur laquelle peut être utilisée la ou les aubes 2 de soufflante rotative suivant l'invention.
- [0051] Ainsi que cela est connu, la turbomachine 1 représentée à la [fig.16] est destinée à être installée sur un aéronef non représenté pour le propulser dans les airs.
- [0052] L'ensemble moteur à turbine à gaz ou turbomachine 1 s'étend autour d'un axe AX ou direction axiale AX (ou première direction longitudinale AX mentionnée ci-dessous)

orientée de l'amont vers l'aval. Par la suite, les termes « amont », respectivement « aval » ou « avant », respectivement « arrière », ou « gauche » respectivement « droite » sont pris le long de la direction générale des gaz qui s'écoulent dans la turbomachine selon l'axe AX. La direction allant de l'intérieur vers l'extérieur est la direction radiale DR (ou troisième direction DR de hauteur mentionnée ci-dessous) partant de l'axe AX.

- [0053] La turbomachine 1 est par exemple à double corps. La turbomachine 1 comprend un premier étage formé par une soufflante rotative 28 et un moteur à turbine à gaz central 130, situé en aval de la soufflante rotative 28. Le moteur à turbine à gaz central 130 comprend, de l'amont vers l'aval dans le sens d'écoulement des gaz, un compresseur basse pression CBP1, un compresseur haute pression CHP1, une chambre de combustion 160, une turbine haute pression THP1 et une turbine basse pression TBP1, qui délimitent un flux primaire de gaz FP1. La soufflante rotative 28 comprend un ensemble d'aubes 2 rotatives de soufflante s'étendant radialement vers l'extérieur depuis un moyeu rotatif 250 de soufflante. La turbomachine 1 présente une extrémité amont d'admission 290 située en amont de la soufflante 28, et une extrémité aval d'échappement 310. La turbomachine 1 comprend également un carter inter-veine 360 qui délimite une veine primaire dans laquelle circule le flux primaire FP1 qui traverse en aval de la soufflante 28 le compresseur basse pression CBP1, le compresseur haute pression CHP1, la turbine haute pression THP1 et la turbine basse pression TBP1.
- [0054] Le carter inter-veine 360 comporte, de l'amont vers l'aval, un carter 361 du compresseur basse pression CBP1, un carter intermédiaire 260, qui est interposé entre le compresseur basse pression CBP1 et le compresseur haute pression CHP1, un carter 362 du compresseur haute pression CHP1, un carter 363 de la turbine haute pression THP1 et un carter 190 de la turbine basse pression TBP1.
- [0055] Le compresseur basse pression CBP1 et le compresseur haute pression CHP1 peuvent comporter chacun un ou plusieurs étages, chaque étage étant formé par un ensemble d'aubes fixes (ou aubage de stator) et un ensemble d'aubes rotatives (ou aubage de rotor).
- [0056] Les aubes fixes 101 du compresseur basse pression CBP1 sont fixées au carter 361. Les aubes rotatives 102 du compresseur basse pression CBP1 sont fixées à un premier arbre rotatif 410 de transmission.
- [0057] Les aubes fixes 103 du compresseur haute pression CHP1 sont fixées au carter 362. Les aubes rotatives 104 du compresseur haute pression CHP1 sont fixées à un deuxième arbre rotatif 400 de transmission.
- [0058] La turbine haute pression THP1 et la turbine basse pression TBP1 peuvent comporter chacun un ou plusieurs étages, chaque étage étant formé par un ensemble d'aubes fixes (ou aubage de stator) et un ensemble d'aubes rotatives (ou aubage de rotor).



- [0059] Les aubes fixes 105 de la turbine haute pression THP1 sont fixées au carter 363. Les aubes rotatives 106 de la turbine haute pression THP1 sont fixées au deuxième arbre rotatif 400 de transmission.
- [0060] Les aubes fixes 107 de la turbine basse pression TBP1 sont fixées au carter 190. Les aubes rotatives 108 de la turbine basse pression TBP1 sont fixées au premier arbre rotatif 41 de transmission.
- [0061] Les aubes 108 rotatives de la turbine basse pression TBP1 entraînent les aubes rotatives 102 du compresseur basse pression CBP1 en rotation autour de l'axe AX sous l'effet de la poussée des gaz provenant de la chambre de combustion 160. Les aubes rotatives 106 de la turbine haute pression THP1 entraînent les aubes rotatives 104 du compresseur haute pression CHP1 en rotation autour de l'axe AX sous l'effet de la poussée des gaz provenant de la chambre de combustion 160.
- [0062] Les aubes 2 de soufflante rotative sont en amont des aubes 101,102, 103, 104 105, 106, 107 et 108 et sont de forme différente de celles-ci.
- [0063] En fonctionnement, l'air s'écoule à travers la soufflante rotative 28 et une première partie FP1 (flux primaire FP1) du flux d'air est acheminée à travers le compresseur basse pression CBP1 et le compresseur haute pression CHP1, dans lesquels le flux d'air est comprimé et envoyé à la chambre de combustion 160. Les produits de combustion chauds (non représentés sur les figures) provenant de la chambre de combustion 160 sont utilisés pour entraîner les turbines THP1 et TBP1 et produire ainsi la poussée de la turbomachine 1. La turbomachine 1 comprend également une veine secondaire 390 qui est utilisée pour faire passer un flux secondaire FS1 du flux d'air évacué de la soufflante rotative 28 autour du carter inter-veine 360. Plus précisément, la veine secondaire 390 s'étend entre une paroi interne 201 d'un carénage 300 ou nacelle 300 et le carter inter-veine 360 entourant le moteur à turbine à gaz central 130. Des bras 340 relient le carter intermédiaire 260 à la paroi interne 201 du carénage 300 dans la veine secondaire 390 du flux secondaire FS1.
- [0064] Ci-dessous, l'aube 2 de soufflante rotative de turbomachine suivant l'invention est décrite en référence aux figures 1 à 13.
- [0065] L'aube 2 comporte un corps 21 en un matériau composite, en amont duquel est collé une pièce 3 de renforcement métallique (également appelée bouclier 3) formant un bord 30 d'attaque de l'aube 2. La pièce 3 de renforcement a pour fonction de faire face au flux aérodynamique entrant en vol pour répondre au problème d'érosion de l'aube et de protection de l'aube contre l'ingestion d'oiseaux. Le corps 21 peut être en un composite tissé en trois dimensions dans une résine. La pièce 3 comporte ou est en un ou plusieurs métaux, par exemple en titane.
- [0066] Le corps 21 s'étend entre un bord amont 22 et un bord aval 23 éloigné du bord amont suivant la première direction longitudinale AX. Le corps 21 a une courbure tridimen-

sionnelle dans plusieurs sections S1 de plan prises perpendiculairement à la première direction longitudinale AX.

Le corps 21 s'étend entre un extradados 24 et un intrados 25, éloigné de l'extrados 25 suivant la deuxième direction EP d'épaisseur transversale à la première direction AX. L'extrados 24 est tourné vers l'extérieur dans le sens de rotation de l'aube 2 de soufflante lorsque le moyeu 250 de soufflante auquel est fixé le pied 26 d'aube tourne autour de la direction axiale AX. Le corps 21 a une courbure tridimensionnelle dans plusieurs sections S2 de plan prises perpendiculairement à la deuxième direction EP d'épaisseur. L'extrados 24 est dissymétrique par rapport à l'intrados 25.

[0067] Le corps 21 s'étend entre un pied 26 d'aube et la première surface 27 de tête d'aube du corps 21, éloignée du pied 26 d'aube suivant la troisième direction DR de hauteur, transversale aux première et deuxième directions AX et EP. Le pied 26 d'aube sert à être fixé au moyeu rotatif longitudinal 250 de soufflante. A cet effet, le pied 26 d'aube peut avoir une section transversale épaissie, pouvant être par exemple en forme de queue d'aronde ou autre, suivant la direction EP par rapport à une zone intermédiaire 26b située entre le pied 26 d'aube et la première surface 27 de tête d'aube. Le pied d'aube 26 peut ainsi être inséré dans un logement périphérique du moyeu 250 de soufflante pour y être fixé.

[0068] L'aube 2 comporte une pièce 3 de renforcement métallique, qui forme le bord 30 d'attaque de l'aube 2. La pièce 3 de renforcement est rapportée en amont du corps 2. Une couche 4 d'adhésif est prévue entre la pièce 3 de renforcement métallique et la partie amont du corps 2. La couche 4 d'adhésif est présente sur l'ensemble de l'interface entre la pièce 3 de renforcement et le corps 2. Ainsi, au bord amont 22 est collé un prolongement amont 31 de la pièce 3 par la couche 4 d'adhésif. Le prolongement amont 31 est formé d'un premier flanc 32b d'extrados et d'un deuxième flanc 33b d'intrados, qui se raccordent l'un à l'autre dans le sens de la direction EP d'épaisseur et qui se terminent en amont au niveau du bord 30 d'attaque. La pièce 3 de renforcement métallique comporte une première ailette 32, qui est raccordée en aval du premier flanc 32b d'extrados et qui est collée par la couche 4 d'adhésif à une partie amont 28 de l'extrados 24 du corps 2. La pièce 3 de renforcement métallique comporte une deuxième ailette 33, qui est raccordée en aval du deuxième flanc 33b d'intrados et qui est collée par la couche 4 d'adhésif à une partie amont 29 de l'intrados 25 du corps 2. Le prolongement amont 31, la première ailette 32 et la deuxième ailette 33 délimitent une cavité dans laquelle se trouvent le bord amont 22 et les parties amont 28, 29 de l'extrados 24 et de l'intrados 25. Le prolongement amont 31 ou nez 31 est plein et est plus épais que chaque ailette 32 et 33. Le corps 21, le prolongement amont 31, la première ailette 32 et la deuxième ailette 33 ont une courbure tridimensionnelle dans des premières sections S1 prises dans plusieurs plans distincts perpendiculaires à la

première direction AX, dans des deuxième sections S2 prises dans plusieurs plans distincts perpendiculaires à la deuxième directions EP et dans des deuxième sections S3 prises dans plusieurs plans distincts perpendiculaires à la troisième directions DR. La pièce 3 se termine par une troisième surface 27b de tête d'aube, située à proximité du premier flanc 27 de tête d'aube du corps 2 (cette surface 27b étant également appelée échasse). Par exemple, la deuxième surface 27b de tête d'aube de la pièce 3 est en correspondance de la première surface 27 de tête d'aube du corps 21, en ce sens qu'elle est située en amont de la première surface 27 de tête d'aube du corps 21 suivant la première direction longitudinale AX ou est alignée avec la première surface 27 de tête d'aube du corps 21 suivant la première direction longitudinale AX.

[0069] Suivant l'invention, la pièce 3 comporte au moins une ligne (par exemple 5, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g ; 6, décrites ci-dessous) de rupture prescrite, qui s'étend à partir d'une première extrémité (par exemple 27b ou 32d, décrites ci-dessous) de la pièce 3 sur une hauteur déterminée (H et/ou H2, décrites ci-dessous) non nulle suivant la troisième direction DR en passant sur une partie (par exemple 41 et/ou 42 décrites ci-dessous) de la couche 4 d'adhésif jusqu'à une deuxième extrémité aval 32c d'au moins l'une des ailettes 32, 33. La première extrémité (par exemple 27b ou 32d, décrites ci-dessous) est plus proche de la deuxième surface 27b de tête d'aube de la pièce 3 que ne l'est la deuxième extrémité aval 32c.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première ailette 32 comporte une (ou plusieurs) première ligne 5 de rupture prescrite, qui s'étend à partir de la troisième surface 27b de tête d'aube sur une première hauteur déterminée H non nulle jusqu'à une extrémité aval 32c de la première ailette 32, laquelle est située à distance de la surface 27b de tête d'aube, à distance de la première extrémité aval 32d et à distance du pied d'aube 26. La (ou les) première ligne 5 de rupture prescrite passe sur une première partie 41 de la couche 4 d'adhésif. Par exemple, la première ligne 5 de rupture prescrite peut être prévue entièrement sur ou dans ou sous la première ailette 32, comme par exemple la première ligne 5d de rupture prescrite des figures 10 et 11. En variante, la première ligne 5 de rupture prescrite peut également être prévue en partie sur ou dans ou sous le premier flanc 32b d'extrados du prolongement amont 31, comme par exemple la première ligne 5 de rupture prescrite de la [fig.1], la première ligne 5b de rupture prescrite des figures 10 et 11 et la première ligne 5c de rupture prescrite de la [fig.9]. Ainsi, la première ligne 5 de rupture prescrite peut partir de la surface 27b de tête d'aube de la première ailette 32, comme par exemple la première ligne 5 de rupture prescrite de la [fig.1], la première ligne 5d de rupture prescrite des figures 10 et 11 et la première ligne 5c de rupture prescrite de la [fig.9]. La partie de la première ligne 5 de rupture prescrite située sur ou dans ou sous le premier flanc 32b d'extrados du prolongement amont 31 peut également être située à distance de la

surface 27b de tête d'aube, comme par exemple la première ligne 5c de rupture prescrite de la [fig.9].

- [0070] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la ou les première ligne 5 de rupture prescrite s'étend à partir d'une première extrémité aval 32d de la première ailette 32 proche de la deuxième surface 27b sur la première hauteur déterminée H non nulle suivant la troisième direction DR en passant sur la première partie 41 de la couche 4 d'adhésif jusqu'à la deuxième extrémité aval 32c de la première ailette 32, distante de la première extrémité aval, comme par exemple les premières lignes 5f de rupture prescrite de la [fig.9].
- [0071] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la deuxième ailette 33 et/ou le deuxième flanc 33b d'intrados comporte une (ou plusieurs) deuxième ligne 6 de rupture prescrite, qui s'étend à partir de la troisième surface 27b de tête d'aube ou à partir d'une première extrémité aval de la deuxième ailette 33 proche de la deuxième surface 27b sur une deuxième hauteur déterminée H2 non nulle suivant la troisième direction DR en passant sur une deuxième partie 42 de la couche 4 d'adhésif jusqu'à une deuxième extrémité aval de la deuxième ailette 33, distante de la première extrémité aval.
- [0072] Les modes de réalisation de la ligne 5 de rupture prescrite sur la première ailette 32 et/ou sur le premier flanc 32b d'extrados sont privilégiés.
- [0073] La ou les deuxième ligne 6 de rupture prescrite peut comporter des caractéristiques analogues à celles décrites ci-dessus pour la première ligne 5 de rupture prescrite. Suivant un mode de réalisation, l'aube 2 comporte une ou plusieurs première ligne 5 de rupture prescrite et une ou plusieurs deuxième ligne 6 de rupture prescrite. Suivant un autre mode de réalisation, l'aube 2 comporte une ou plusieurs première ligne 5 de rupture prescrite sans deuxième ligne 6 de rupture prescrite. Suivant un autre mode de réalisation, l'aube 2 comporte une ou plusieurs deuxième ligne 6 de rupture prescrite sans première ligne 5 de rupture prescrite.
- [0074] La ligne de rupture prescrite 5 et/ou 6 forme une ligne affaiblie du matériau de la pièce 3. La ligne de rupture prescrite 5 et/ou 6 est apte à se rompre en cas d'impact dans le flux aérodynamique de l'aube 2. Ainsi, en cas de choc, par exemple l'ingestion d'un oiseau, exercé suivant la direction AX depuis l'amont sur la pièce 3 de renforcement, la ligne de rupture prescrite 5 et/ou 6 est rompue, ce qui décolle la partie de la pièce 3, dont au moins une partie de l'ailette 32 et/ou 33, située en aval de cette ligne 5 et/ou 6. La ligne 5 ou 6 de rupture est dite zone fusible, dans le sens où elle est apte à rompre pour désolidariser la partie de la pièce 3 située en aval de la ligne 5 ou 6 par rapport à la partie de la pièce 3 située en amont de la ligne 5 ou 6. Cette partie de l'ailette 32 et/ou 33 située en aval de la ligne de rupture prescrite 5 et/ou 6 est alors détachée de l'aube 2 et est emportée dans le flux aérodynamique. On évite ainsi l'effet

charnière survenant dans la situation représentée pour une aube 2' de soufflante rotative connue de l'état de la technique 2' illustrée aux figures 14 et 15, où sous l'effet du choc un flambage de l'ailette 32' et/ou 33' de cette aube 2' se produit et où l'ailette 32' et/ou 33' se décolle pour se retourner vers l'amont sous l'effet de la force centrifuge de rotation de l'aube 2' autour de la direction longitudinale AX, ce qui entraîne que l'ailette 32' et/ou 33' fasse saillie dans le flux aérodynamique et ce qui réduit d'une manière indésirable le flux de passage d'air véhiculé par l'aube 2' de l'amont vers l'aval.

[0075] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première ligne 5 de rupture prescrite est courbe dans des premières sections S1 prises dans plusieurs plans distincts perpendiculaires à la première direction AX, dans des deuxième sections S2 prises dans plusieurs plans distincts perpendiculaires à la deuxième direction EP et dans des deuxième sections S3 prises dans plusieurs plans distincts perpendiculaires à la troisième direction DR. Ce mode de réalisation peut également être le cas de la deuxième ligne 6 de rupture.

[0076] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première hauteur H va de la deuxième surface 27b de tête d'aube à une zone d'inflexion 34 de la courbure sur la première ailette 32. Dans cette zone 34 d'inflexion, la première ailette 32 présente un point d'inflexion dans plusieurs sections S1 de plan prises perpendiculairement à la première direction longitudinale AX. La zone 34 d'inflexion correspond aux points d'inflexion, où la courbure extérieure de la première ailette 32 traverse les plans tangents à cette courbure en ces points. La première ligne 5 de rupture prescrite peut traverser cette zone 34 d'inflexion et/ou la deuxième extrémité aval 32c où se termine la première ligne 5 de rupture prescrite peut se trouver dans cette zone 34 d'inflexion. Ce mode de réalisation peut également être le cas de la deuxième hauteur H2 pour la deuxième ailette 33.

[0077] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première hauteur H est supérieure ou égale à 20 % de la hauteur HVA de veine aérodynamique de l'aube 2, notamment supérieure ou égale à 30 % de la hauteur HVA. La hauteur HVA de veine aérodynamique est la plus grande distance suivant la direction DR de hauteur, entre la deuxième surface 27b de tête d'aube de la pièce 3 et le point 7 de début de veine aérodynamique de l'aube 2. Le point 7 de début de veine aérodynamique est le point à la fois le plus proche du moyeu central 250 rotatif autour de la direction longitudinale AX, plongé dans le flux aérodynamique déplacé par l'aube 2 et situé sur l'aube 2. Le point 7 de début de veine aérodynamique est situé à distance du pied 26 d'aube selon la direction DR de hauteur et est destiné à être en contact avec une plate-forme inter-aubes, qui fait la jonction entre deux aubes voisines l'une de l'autre sur la périphérie extérieure du moyeu 250. Ce mode de réalisation peut également être le cas de la

deuxième hauteur H2 pour la deuxième ailette 33.

- [0078] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première ligne 5 de rupture prescrite peut partir de la surface 27b de tête d'aube de la première ailette 32 à la jonction 32f entre la première ailette 32 et le premier flanc 32b d'extrados du prolongement amont 31, comme par exemple la première ligne 5 de rupture prescrite de la [fig.1] et la première ligne 5e de rupture prescrite des figures 10 et 11. Cette jonction 32f peut se trouver par rapport au point 7 de début de veine aérodynamique à une hauteur supérieure ou égale à 95 % de la hauteur HVA de veine aérodynamique et inférieure ou égale à 100 % de la hauteur HVA de veine aérodynamique. Ce mode de réalisation peut également être le cas de la deuxième ligne 6 de rupture.
- [0079] Suivant un mode de réalisation de l'invention, illustré aux figures 3 à 8 et 13, la première ligne 5 de rupture prescrite comporte ou est constituée d'une ou plusieurs première rainure 51. Chaque première rainure 51 forme une épaisseur amincie du matériau métallique de la pièce 3 (selon la deuxième direction EP), pour former la ligne 5 d'affaiblissement. Chaque première rainure 51 s'étend à partir de la deuxième surface 27b de tête d'aube ou de la première extrémité aval 32d sur la première hauteur déterminée H en passant sur la première partie 41 de la couche 4 d'adhésif jusqu'à l'extrémité aval 32c de la première ailette 32. Chaque première rainure 51 est remplie par un matériau de remplissage différent de celui de la pièce 3. La rainure permet un amincissement local du matériau de la pièce 3. Par exemple, l'épaisseur de l'ailette 32 peut être divisée par un facteur compris entre 1.5 et 2.5, par exemple d'environ 2, au niveau de la rainure 51 par rapport au reste de l'ailette 32. L'épaisseur de l'ailette 32 peut ainsi passer de 0.6 mm dans le reste de l'ailette à 0.3 mm au niveau de la rainure 51. Ce mode de réalisation peut également être le cas de la deuxième ligne 6 de rupture (deuxième(s) rainure(s) 61).
- [0080] Suivant un mode de réalisation de l'invention, illustré aux figures 3 et 6 et 13, la ou les première rainure 51 et/ou la ou les deuxième rainure 61 est de section rectangulaire.
- [0081] Suivant un mode de réalisation de l'invention, illustré aux figures 4, 7 et 13, la ou les première rainure 51 et/ou la ou les deuxième rainure 61 est de section en forme de cuvette en V.
- [0082] Suivant un mode de réalisation de l'invention, illustré aux figures 5 et 8, la ou les première rainure 51 et/ou la ou les deuxième rainure 61 est de section arrondie, par exemple semi-circulaire.
- [0083] Suivant un mode de réalisation de l'invention, illustré aux figures 3, 4 et 5, la première rainure 51 est située du côté d'une troisième surface intérieure 321 de la première ailette 32. La troisième surface intérieure 321 est en contact avec la première partie 41 de la couche 4 d'adhésif. Le matériau 8 remplissant la rainure 51 est le même matériau que celui de la couche 4 d'adhésif. Ce mode de réalisation peut également

être le cas de la deuxième rainure 61 (surface intérieure 331 de la deuxième ailette 33).

- [0084] Suivant un mode de réalisation de l'invention, illustré aux figures 6, 7 et 8, la première rainure 51 est située du côté d'une cinquième surface extérieure 322 de la première ailette 32. La cinquième surface extérieure 322 est éloignée de la troisième surface intérieure 321 se trouvant en contact avec la première partie 41 de la couche 4 d'adhésif. Le matériau 9 de remplissage présent dans la rainure 51 suit sur sa surface extérieure la courbure tridimensionnelle de la pièce 3. Le matériau 9 de remplissage peut être celui d'une couche de finition ou de peinture prévue sur le reste de l'extérieur de l'aube 2, ou une résine de polyuréthane, ou celui de la couche 4 d'adhésif, ou celui de la résine présente dans le matériau composite du corps 21. Ce mode de réalisation peut également être le cas de la deuxième rainure 61 (surface intérieure 331 de la deuxième ailette 33, surface extérieure 332 de la deuxième ailette 33).
- [0085] Suivant un mode de réalisation de l'invention, illustré aux figures 11 et 12, la première ligne 5g de rupture prescrite est formée d'évidements 32g discontinus de la pièce 3, situés entre des tronçons de métal le long de la ligne 5. Les évidements 32g sont situés du côté de la troisième surface intérieure 321 de la première ailette 32 et sont remplis d'un matériau 8 de remplissage, qui est le même matériau que celui de la couche 4 d'adhésif. La [fig.12] représente en traits pleins les évidements 32g sous-jacents selon un exemple de réalisation. Les évidements 32g peuvent être formés de perçages fins et réguliers. Ils permettent la fragilisation le long d'une ligne 5 précise. Ces évidements 32g sont comblés par le fluage de la colle 4. Les évidements 32g peuvent être tous de même dimension ou diamètre et sont le long d'une ligne 5 dite fusible. Ce mode de réalisation peut également être le cas de la deuxième ligne 6 de rupture.
- [0086] Suivant un mode de réalisation de l'invention, l'aube 2 a plusieurs premières lignes 5 de rupture prescrite et/ou plusieurs deuxième lignes 6 de rupture prescrite. Cela assure la rupture de l'ailette 32 et/ou 33 quelle que soit son amplitude décollement et de retournement par effet charnière.
- [0087] Bien entendu, les modes de réalisation, caractéristiques, possibilités et exemples décrits ci-dessus peuvent être combinés l'un avec l'autre ou être sélectionnés indépendamment l'un de l'autre.

## Revendications

[Revendication 1]

Aube (2) de soufflante rotative de turbomachine, l'aube (2) comportant un corps (21) en un matériau composite ayant un bord amont (22) et un bord aval (23), entre lesquels le corps (21) s'étend suivant une première direction longitudinale (AX), un extradados (24) et un intrados (25), entre lesquels le corps (21) s'étend suivant une deuxième direction (EP) d'épaisseur, qui est transversale à la première direction (AX), un pied (26) d'aube et une première surface (27) de tête d'aube, entre lesquels le corps (21) s'étend suivant une troisième direction (DR) de hauteur, transversale aux première et deuxième directions (AX, EP), le pied (26) d'aube ayant pour fonction la fixation sur un moyeu rotatif longitudinal (250) de soufflante,

une pièce (3) de renforcement métallique et formant un bord (30) d'attaque de l'aube, la pièce (3) de renforcement comportant un prolongement amont (31) collé par une couche (4) d'adhésif au bord amont (22), une première ailette (32), qui est raccordée en aval d'un premier flanc (32b) d'extrados du prolongement amont (31) et qui est collée par la couche (4) d'adhésif à une partie amont (28) de l'extrados (24), et une deuxième ailette (33), qui est raccordée en aval d'un deuxième flanc (33b) d'intrados du prolongement amont (31) et qui est collée par la couche (4) d'adhésif à une partie amont (29) de l'intrados (25), le corps (21), le prolongement amont (31), la première ailette (32) et la deuxième ailette (33) ayant une courbure tridimensionnelle dans des sections (S1, S2, S3) prises perpendiculairement aux première, deuxième et troisième directions (AX, EP, DR),

caractérisée en ce que

la pièce (3) comporte au moins une ligne (5, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g ; 6) de rupture prescrite, qui s'étend à partir d'une première extrémité (27b, 32d) de la pièce (3) sur une hauteur déterminée (H ; H2) non nulle suivant la troisième direction (DR) en passant sur une partie (41 ; 42) de la couche (4) d'adhésif jusqu'à une deuxième extrémité aval (32c) d'au moins l'une des ailettes (32, 33), la première extrémité (27b, 32d) étant plus proche d'une deuxième surface (27b) de tête d'aube de la pièce (3) que la deuxième extrémité aval (32c).

[Revendication 2]

Aube suivant la revendication 1, caractérisée en ce que la première extrémité (27b, 32d) est située en la deuxième surface (27b) de tête d'aube de la pièce (3).

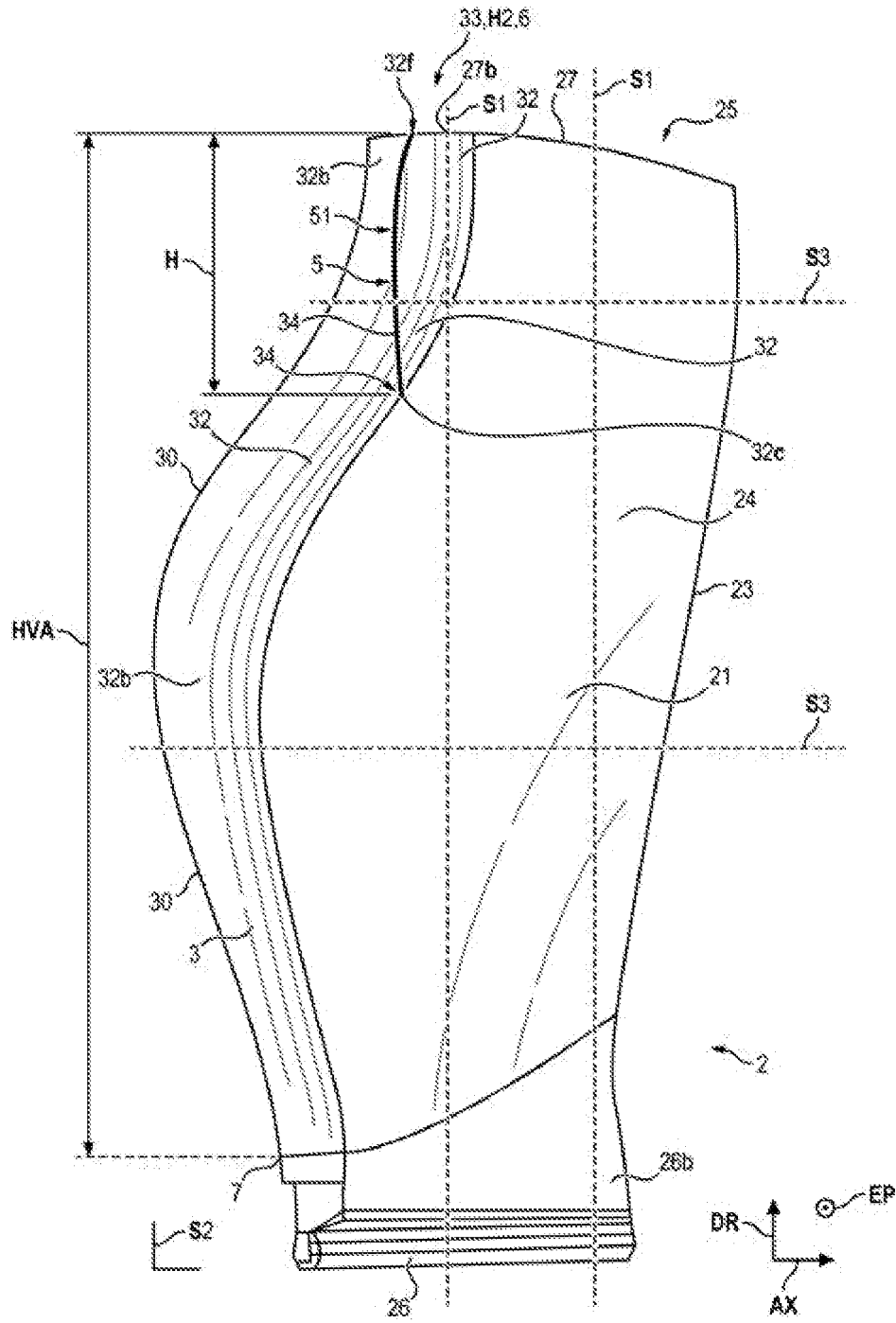


- [Revendication 3] Aube suivant la revendication 1, caractérisée en ce que la première extrémité (27b, 32d) est située en une première extrémité aval (32d) de ladite au moins une des ailettes (32, 33).
- [Revendication 4] Aube suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la première extrémité (27b, 32d) est sur au moins un des flancs (32b, 33b).
- [Revendication 5] Aube suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la première ailette (32) comporte la ligne (5, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g ; 6) de rupture prescrite, qui est une première ligne (5, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g) de rupture prescrite.
- [Revendication 6] Aube suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la deuxième ailette (33) comporte la ligne (5, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g ; 6) de rupture prescrite, qui est une deuxième ligne (6) de rupture prescrite.
- [Revendication 7] Aube suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la hauteur (H, H2) déterminée va au moins de la deuxième surface (27b) de tête d'aube de la pièce (3) à une zone d'inflexion (34) de la courbure située sur au moins l'une des ailettes (32, 33).
- [Revendication 8] Aube suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la hauteur (H, H2) déterminée est d'au moins 20 % de la hauteur (HVA) de veine aérodynamique de l'aube (2), définie de la deuxième surface (27b) de tête d'aube de la pièce (3) à un point (7) de début de veine aérodynamique de l'aube (2), qui est situé à distance du pied (26) d'aube et qui est destiné à être en contact avec une plate-forme inter-aubes.
- [Revendication 9] Aube suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la ligne (5, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g ; 6) de rupture prescrite comporte au moins une rainure (51, 61) d'amincissement du matériau de la pièce (3), la au moins une rainure (51) s'étendant à partir de la première extrémité (27b, 32d) de la pièce (3) sur la hauteur déterminée (H ; H2) non nulle suivant la troisième direction (DR) en passant sur la partie (41 ; 42) de la couche (4) d'adhésif jusqu'à la deuxième extrémité aval (32c) d'au moins l'une des ailettes (32, 33), la au moins une rainure (51) étant remplie par un matériau de remplissage différent de celui de la pièce (3).
- [Revendication 10] Aube suivant la revendication 9, caractérisée en ce que la rainure (51, 61) est située du côté d'une surface intérieure (321, 331) d'au moins

l'une des ailettes (32, 33), la surface intérieure (321, 331) étant en contact avec la partie (41, 42) de la couche (4) d'adhésif, le matériau (8) de remplissage étant le même matériau que celui de la couche (4) d'adhésif.

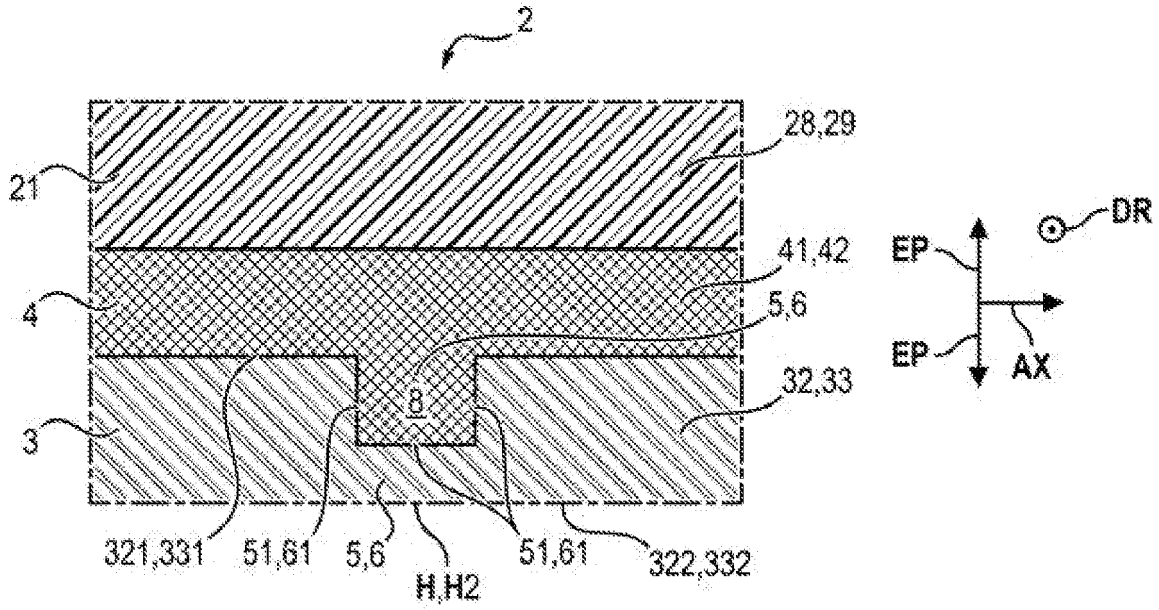
- [Revendication 11] Aube suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que la ligne (5, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g ; 6) de rupture prescrite est formée d'évidements (32g) discontinus de la pièce (3), qui sont situés du côté d'une surface intérieure (321, 331) d'au moins l'une des ailettes (32, 33) et qui sont remplis d'un matériau (8) de remplissage, la surface intérieure (321, 331) étant en contact avec la partie (41, 42) de la couche (4) d'adhésif, le matériau (8) de remplissage étant le même matériau que celui de la couche (4) d'adhésif.
- [Revendication 12] Aube suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la ligne (5, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g ; 6) de rupture prescrite est courbe dans des sections (S1, S2, S3) prises perpendiculairement aux première, deuxième et troisième directions (AX, EP, DR).
- [Revendication 13] Soufflante (280) rotative de turbomachine, comportant un moyeu rotatif longitudinal (250) de soufflante et une pluralité d'aubes (2) suivant l'une quelconque des revendications précédentes, qui sont fixées au niveau de leur pied (26) d'aube au moyeu rotatif longitudinal (250) de soufflante.
- [Revendication 14] Turbomachine (1) comportant une soufflante rotative (280) suivant la revendication 13, et, en aval de la soufflante (28), un compresseur basse pression (CBP1), un compresseur haute pression (CHP1), une chambre (160) de combustion, une turbine haute pression (THP1) et une turbine basse pression (TBP1).

[Fig. 1]

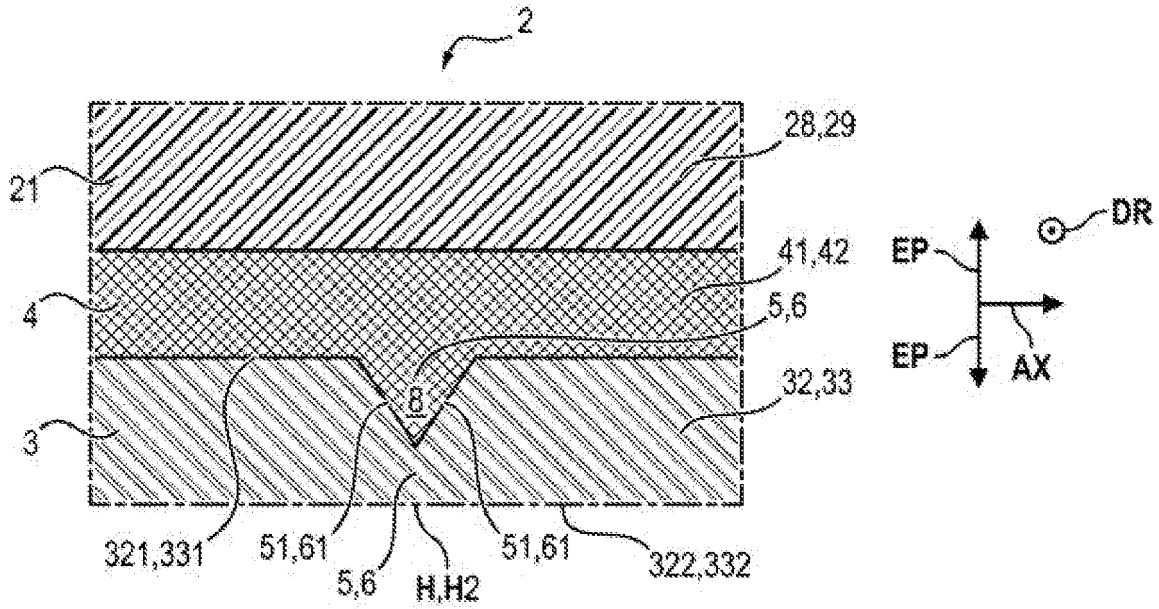




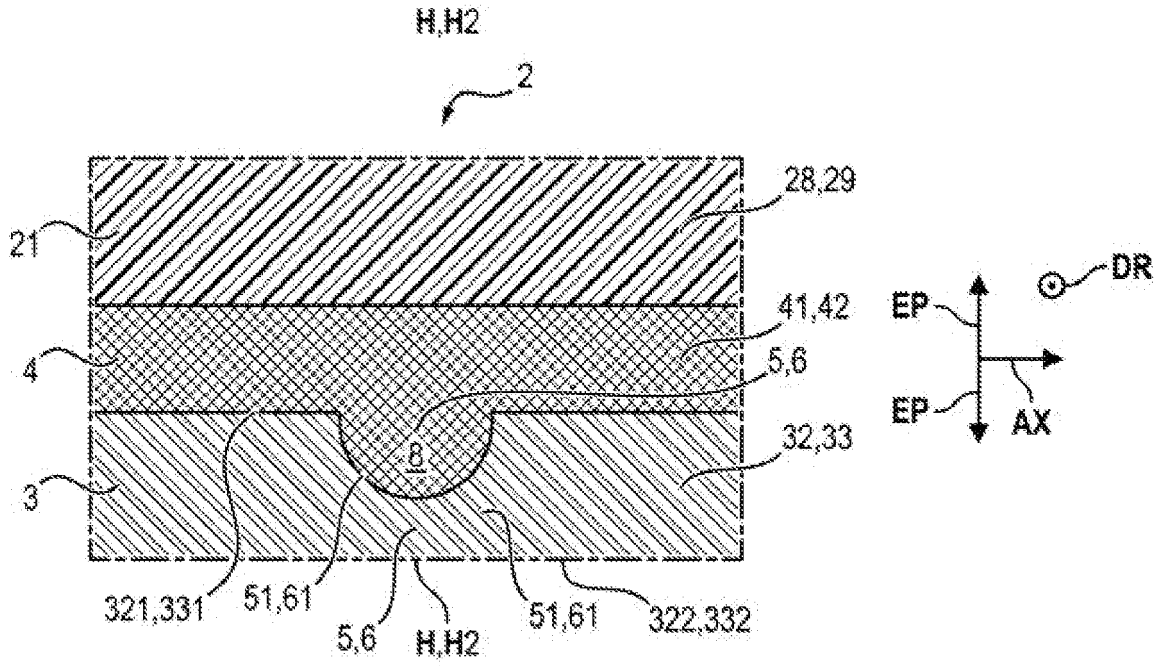
[Fig. 3]



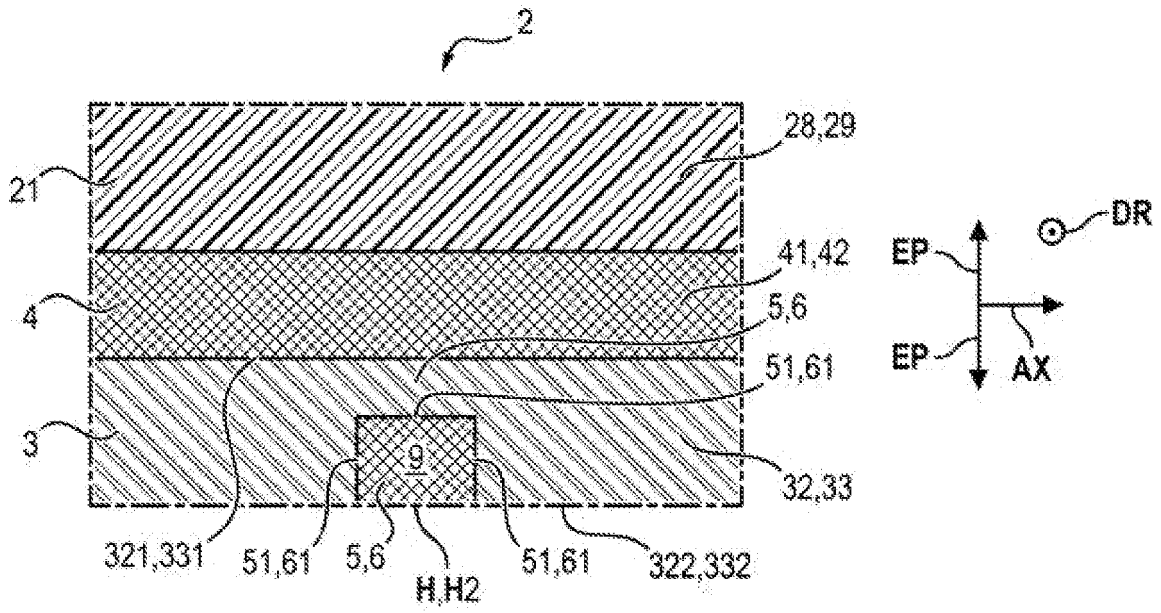
[Fig. 4]



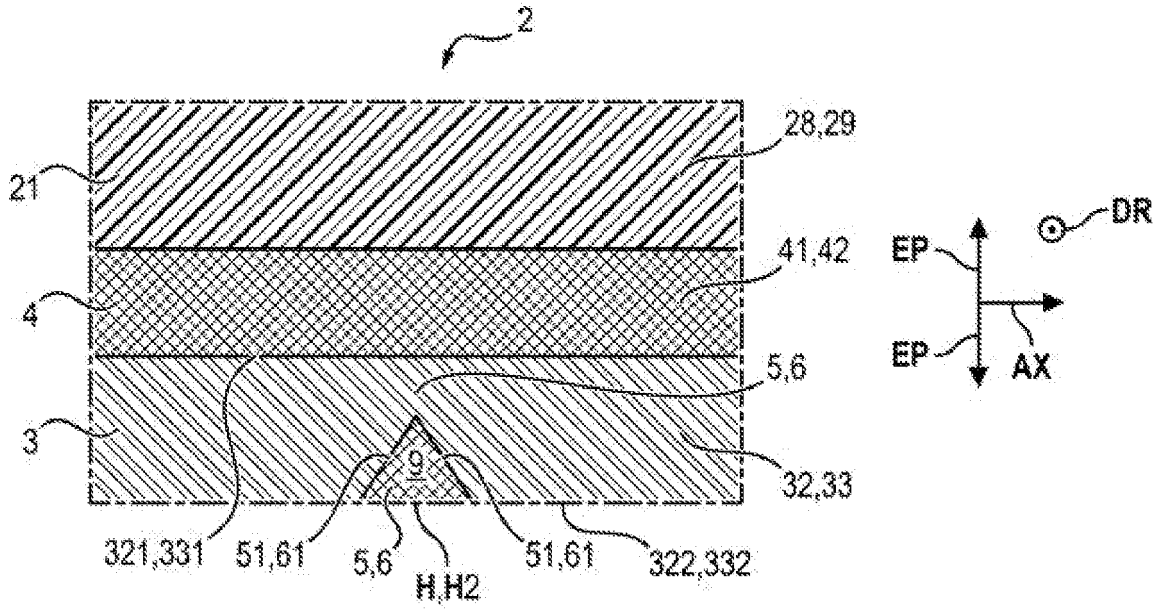
[Fig. 5]



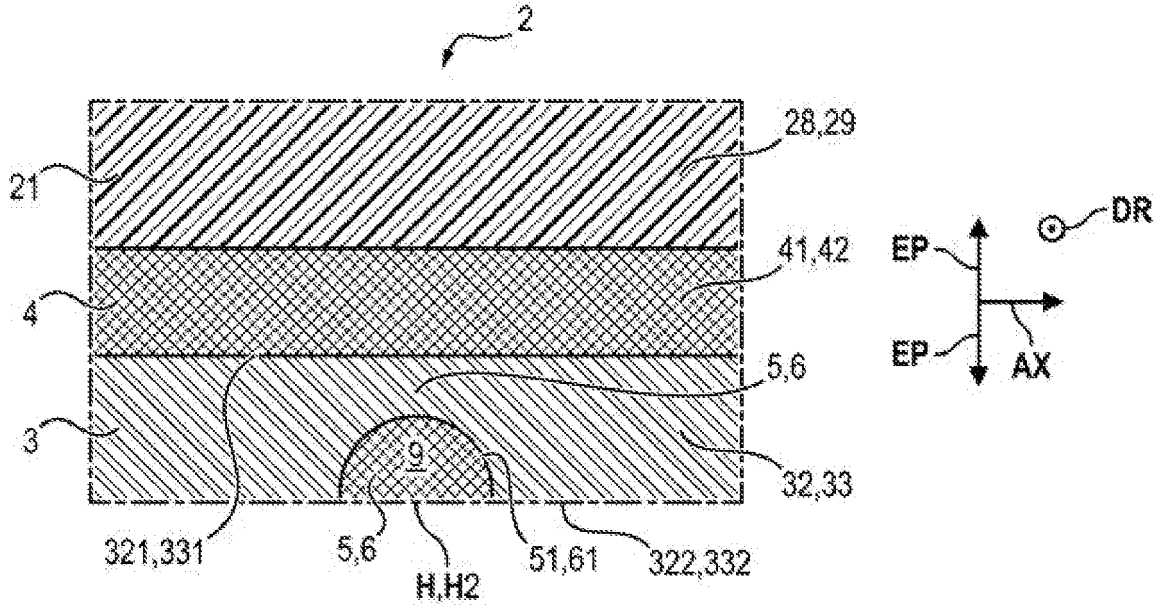
[Fig. 6]



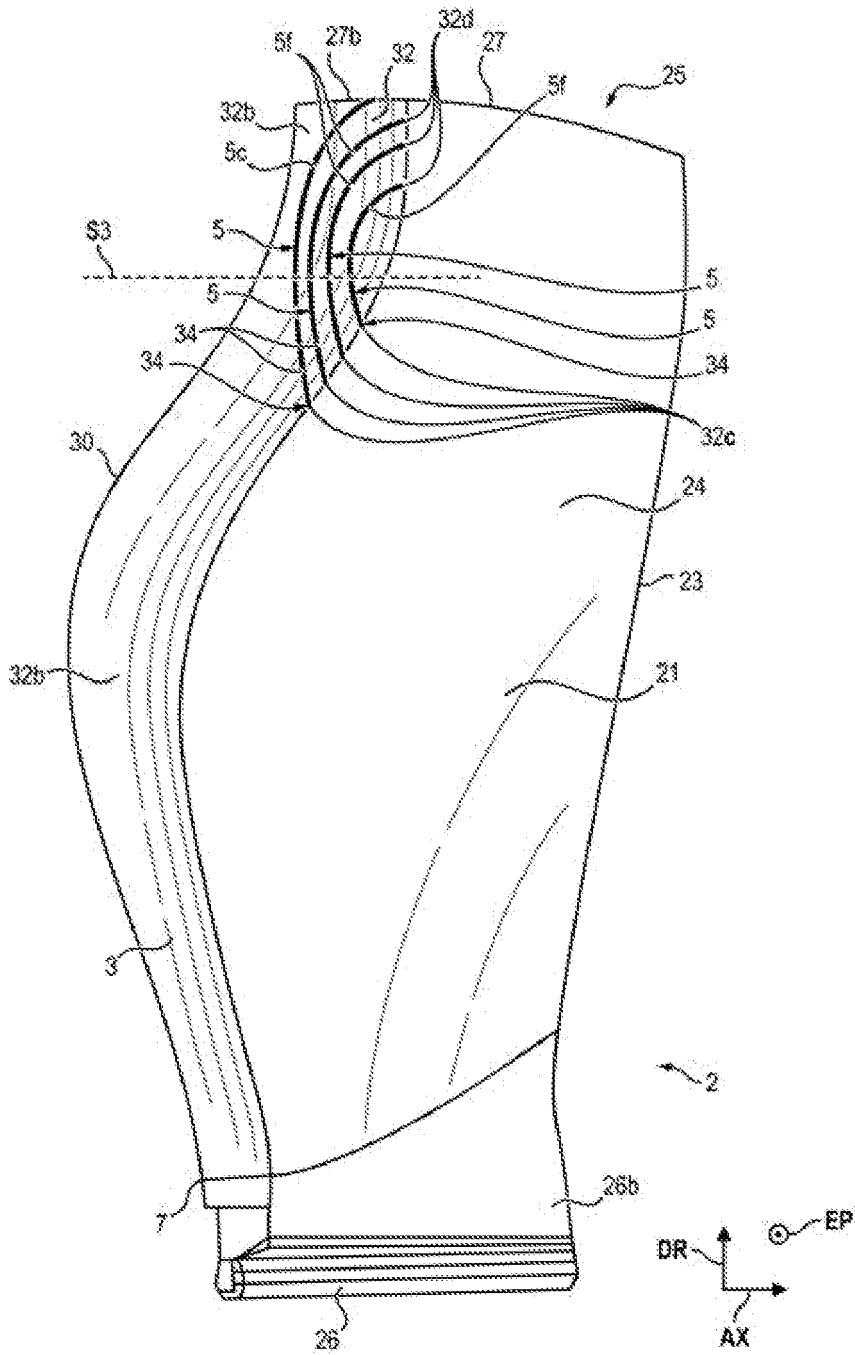
[Fig. 7]



[Fig. 8]

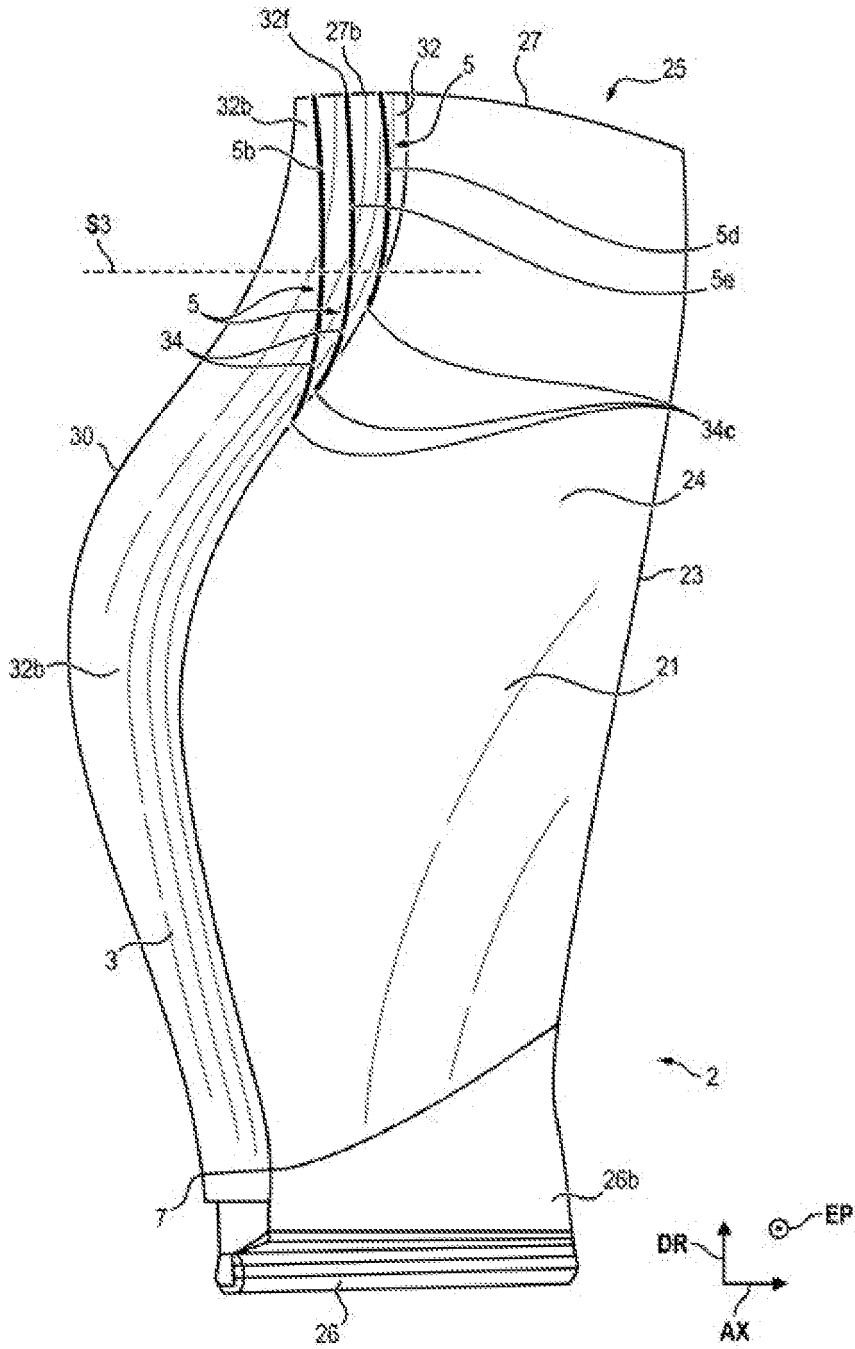


[Fig. 9]

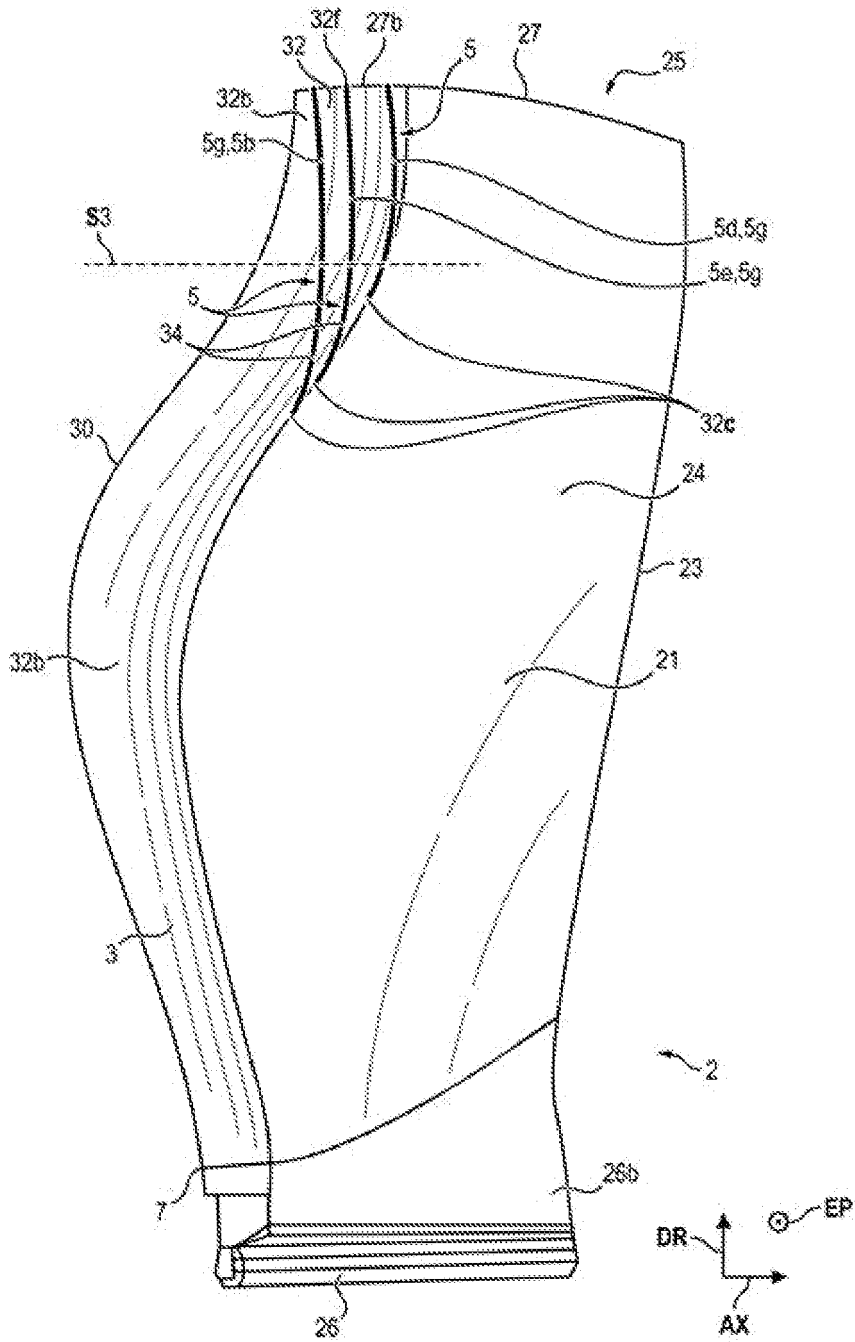




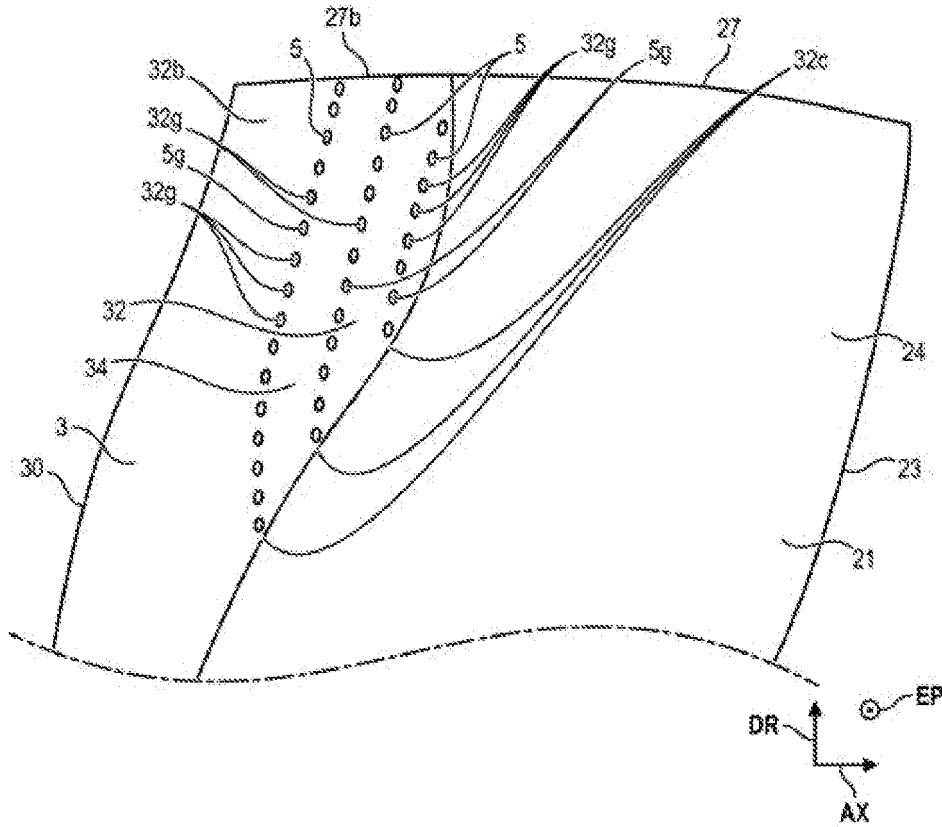
[Fig. 10]



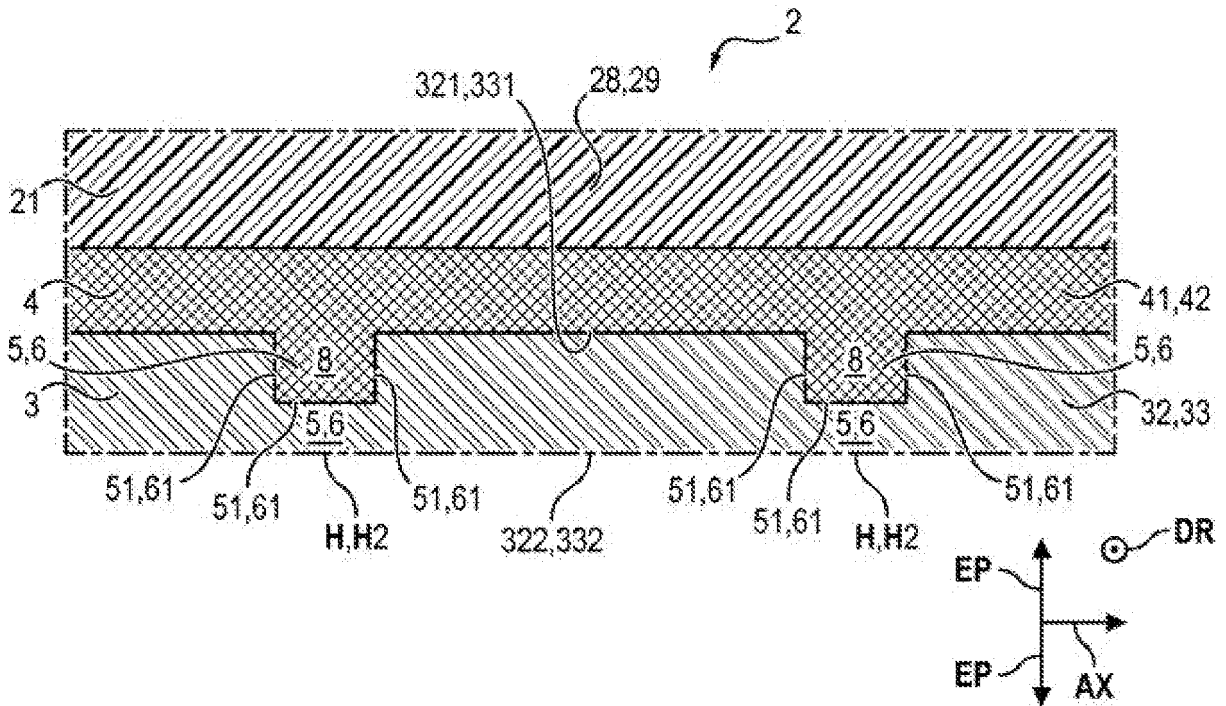
[Fig. 11]



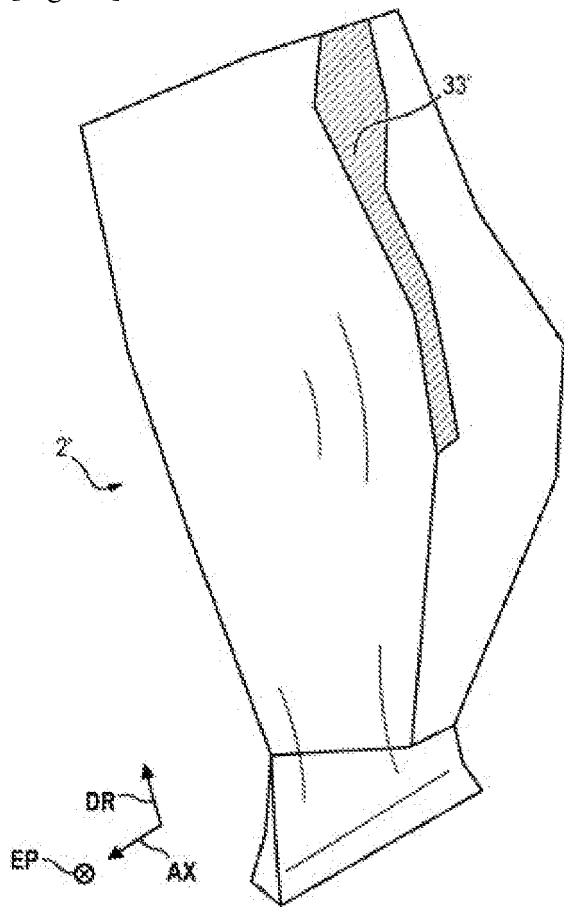
[Fig. 12]



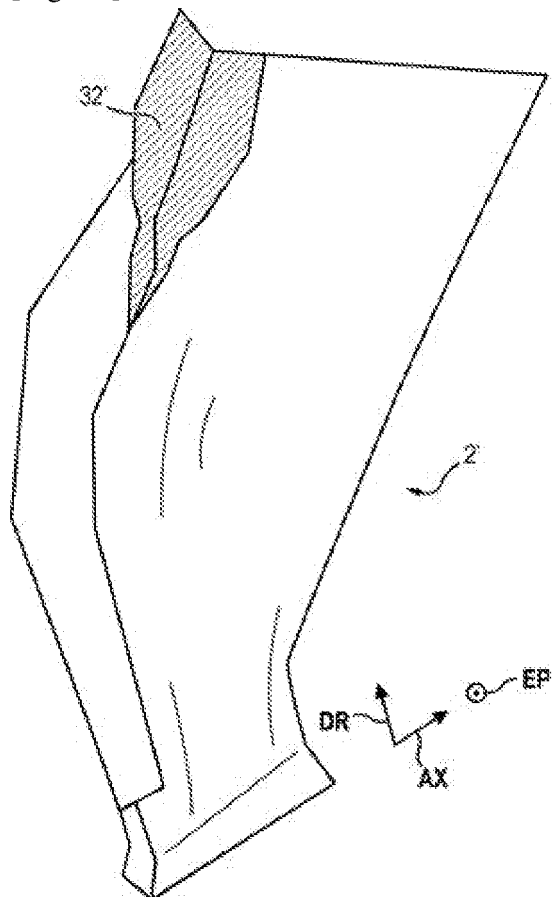
[Fig. 13]



[Fig. 14]



[Fig. 15]





**RAPPORT DE RECHERCHE  
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications  
 déposées avant le commencement de la recherche

 N° d'enregistrement  
 national

 FA 888141  
 FR 2011605

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X A	EP 3 034 786 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 22 juin 2016 (2016-06-22) * alinéas [0002], [0003], [0036] - [0043], [0050] * * figures 2-5,8 *	1,5,6, 8-14 2-4,7	F04D29/38 B29C70/00
X A	DE 10 2013 210405 A1 (LUFTHANSA TECHNIK AG [DE]) 11 décembre 2014 (2014-12-11) * alinéas [0002], [0003], [0007], [0015], [0016], [0028] - [0033], [0042] * * revendications 1,4-7 * * figures 1-4 *	1,5,6,9, 11,13,14 2-4,7,8, 10,12	
A	WO 2017/192247 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 9 novembre 2017 (2017-11-09) * alinéas [0001], [0021], [0032], [0033], [0037] - [0041] * * figures 2-8 *	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F04D F01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
8 juillet 2021		Gombert, Ralf	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2011605 FA 888141**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **08-07-2021**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3034786	A2	22-06-2016	EP 3034786 A2	22-06-2016
			US 2016177731 A1	23-06-2016
-----				
DE 102013210405	A1	11-12-2014	AUCUN	
-----				
WO 2017192247	A1	09-11-2017	CA 3021494 A1	09-11-2017
			CN 109415940 A	01-03-2019
			EP 3452700 A1	13-03-2019
			JP 2019515183 A	06-06-2019
			US 2017321714 A1	09-11-2017
			WO 2017192247 A1	09-11-2017
-----				