

⑤④ ENSEMBLE ROTORIQUE DE SOUFFLANTE POUR TURBOMACHINE.

②② Date de dépôt : 05.01.23.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
Société par actions simplifiée (SAS) —FR et SAFRAN
AIRCRAFT ENGINES MEXICO société mexicaine —
MX.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 12.07.24 Bulletin 24/28.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 06.06.25 Bulletin 25/23.

⑦② Inventeur(s) : MAZEAU Antoine, Bertrand, François
et MARCELET Yohannes.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦③ Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société
par actions simplifiée (SAS), SAFRAN AIRCRAFT
ENGINES MEXICO société mexicaine.

⑦④ Mandataire(s) : Ernest Gutmann - Yves Plasseraud.



Description

Titre de l'invention : ENSEMBLE ROTORIQUE DE SOUFFLANTE POUR TURBOMACHINE

Domaine technique

[0001] La présente divulgation relève du domaine des ensembles rotoriques de soufflante pour turbomachine.

Technique antérieure

[0002] De manière connue, une turbomachine d'aéronef aspire un flux d'air à son extrémité amont qui est ensuite expiré à grande vitesse à son extrémité aval, créant ainsi la poussée nécessaire pour faire avancer l'aéronef.

[0003] Afin d'aspirer ledit flux d'air, l'extrémité amont de la turbomachine comprend une entrée d'air munie d'un cône d'entrée et d'une soufflante.

[0004] La soufflante comprend une pluralité d'aubes qui sont réparties circonférentiellement sur un disque de soufflante. Le disque de soufflante est monté sur un arbre de compresseur, notamment un compresseur basse pression (ou « compresseur BP »), qui est entraîné en rotation autour de son axe longitudinal par une turbine de la turbomachine. Le disque de soufflante et ses aubes tournent alors solidairement avec l'arbre de compresseur, ce qui favorise l'aspiration du flux d'air.

[0005] Le cône d'entrée est installé dans l'entrée d'air longitudinalement devant la soufflante, de préférence centré sur l'axe longitudinal de l'arbre de compresseur. Une surface externe conique du cône d'entrée forme une surface d'écoulement du flux d'air qui permet de dévier une partie du flux d'air entrant dans la turbomachine vers les aubes de la soufflante.

[0006] Classiquement, le cône d'entrée et le disque de soufflante sont reliés entre eux par une virole, dite virole avant. La virole avant est située longitudinalement entre le cône d'entrée et le disque de soufflante. Une pluralité de moyens de liaison, telles des vis, sont employés pour relier la virole avant au cône d'entrée d'une part, et au disque de soufflante d'autre part. La présence de la virole oblige donc à utiliser une visserie supplémentaire, ce qui complique la fabrication de la turbomachine (nombre de pièces important et temps de fabrication long, entre autres) et augmente les risques de défaillance à corriger en maintenance.

[0007] Par ailleurs, l'emploi de la virole avant pour relier le cône d'entrée et le disque de soufflante entre eux rend l'assemblage de la turbomachine plus complexe, tant en termes de coût de montage, de temps de montage et de fabrication des différentes pièces. Par exemple, afin de relier avec des vis la virole avant au cône d'entrée et au disque de soufflante, il est nécessaire de prévoir des trous de fixation de ces vis dans la

virole, le cône d'entrée et le disque de soufflante, et il est nécessaire que ces trous soient placés dans des positions précises. Il suffit donc qu'il existe une certaine déviation dans la position de l'un de ces trous pour que le montage de l'ensemble cône d'entrée-virole avant-disque de soufflante ne soit pas possible à partir des pièces fabriquées. Alternativement, il faudrait gérer plus finement le stock de chaque pièce en fonction des appariements connus comme possibles, ce qui rend les processus d'assemblage et de contrôle de la qualité plus complexes et plus coûteux.

[0008] De surcroît, la virole avant étant agencée longitudinalement entre le cône d'entrée et le disque de soufflante, une marche aérodynamique supplémentaire, source de pertes de charge, est formée le long du flux parcouru suivi par le flux d'air aspiré.

[0009] D'autre part, classiquement les aubes sont retenues dans le disque de soufflante par des verrous, petits et nombreux. Les verrous constituent donc une source de complexités de montage et de multiplicité des vérifications en maintenance.

[0010] Il est donc nécessaire de développer une architecture simplifiée de liaison entre le disque de soufflante et le cône avant de la turbomachine, de sorte à améliorer sa fabricabilité.

Résumé

[0011] La présente divulgation vise à surmonter au moins certains des inconvénients détaillés ci-dessus.

[0012] A cet effet, il est proposé un ensemble rotorique de soufflante pour turbomachine, l'ensemble rotorique comportant un cône d'entrée et un disque de soufflante disposés autour d'un axe longitudinal de l'ensemble rotorique, dans lequel le cône d'entrée comprend une première partie d'extrémité et le disque de soufflante comprend une première partie d'extrémité complémentaire, la première partie d'extrémité et la première partie d'extrémité complémentaire étant sensiblement annulaires, dans lequel ladite première partie d'extrémité et la première partie d'extrémité complémentaire sont montées serrées l'une dans l'autre.

[0013] Ainsi, le cône d'entrée et le disque de soufflante sont directement reliés entre eux, ce qui élimine le besoin d'utilisation de la virole avant. La fabrication de l'ensemble rotorique est ainsi plus rapide, moins coûteuse et plus simple. De même, grâce à la suppression de la virole avant, l'ensemble rotorique proposé ici présente moins de risques d'obtention de pièces inutilisables, de montage défectueux, ou de défaillance en service. Par exemple, la suppression de la virole avant évite devoir usiner des trous de fixation de la virole avant sur le cône d'entrée ou sur le disque de soufflante.

[0014] Par ailleurs, en éliminant la virole avant, le poids de l'ensemble rotorique est aussi diminué.

[0015] De surcroît, le cône d'entrée et le disque de soufflante étant montés serrés l'un dans l'autre, on supprime la marche aérodynamique supplémentaire constituée par la virole

avant de la technique antérieure, diminuant ainsi les pertes de charge dans l'ensemble rotorique.

- [0016] Enfin, le montage serré de la première partie d'extrémité et la première partie d'extrémité complémentaire permet de maintenir radialement en position le cône d'entrée par rapport au disque de soufflante. Le montage serré de la première partie d'extrémité et la première partie d'extrémité complémentaire contribue également à maintenir axialement en position le cône d'entrée par rapport au disque de soufflante.
- [0017] Dans le présent texte, par « longitudinal » ou « axial » on entend selon une direction sensiblement parallèle à l'axe longitudinal de l'ensemble rotorique, tandis que par « radial » ou « transversal » on entend selon une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'ensemble rotorique.
- [0018] Le montage serré entre la première partie d'extrémité et la première partie d'extrémité complémentaire peut être obtenu par frettage, ce qui permet d'obtenir un centrage entre le disque de soufflante et le cône avant avec un jeu radial réduit, réduisant ainsi les marches aérodynamiques de l'ensemble rotorique.
- [0019] Par ensemble rotorique on entend que chacune des pièces qui conforment cet ensemble peut être entraînée en rotation autour de l'axe longitudinal de l'ensemble, que ce soit directement ou grâce aux liaisons avec d'autres pièces.
- [0020] Le cône d'entrée peut par ailleurs comprendre une seconde partie d'extrémité ayant une forme sensiblement conique évasée de l'amont vers l'aval. Dans ce texte, les termes "amont" et "aval" sont à interpréter par rapport au sens d'écoulement d'un flux d'air aspiré dans la turbomachine et traversant longitudinalement la turbomachine entre ses deux extrémités.
- [0021] L'extrémité aval de la seconde partie d'extrémité du cône d'entrée peut avoir une section transversale supérieure à la section transversale de la première partie d'extrémité du cône. Une paroi annulaire s'étendant sensiblement radialement peut relier la première partie d'extrémité du cône d'entrée, notamment une extrémité amont de cette première partie d'extrémité, à l'extrémité aval de la seconde partie d'extrémité du cône d'entrée. La section transversale de l'extrémité aval de la seconde partie d'extrémité du cône d'entrée peut aussi être supérieure à la section transversale de la première partie d'extrémité complémentaire du disque de soufflante.
- [0022] Dans le présent texte, par « section transversale » on entend une section comprise dans un plan s'étendant transversalement.
- [0023] Le disque de soufflante peut avoir une forme annulaire comprenant une cavité s'étendant longitudinalement et délimitée radialement par une surface radialement interne du disque de soufflante. Le disque de soufflante peut ainsi être monté autour d'un arbre de compresseur, notamment d'un compresseur basse pression.
- [0024] Dans le présent texte, par « annulaire » on entend toute forme comprenant un

périmètre fermé qui délimite une cavité, quelle que soit sa section.

- [0025] Selon un aspect, ladite première partie d'extrémité peut être montée serrée dans ladite partie d'extrémité complémentaire.
- [0026] Le cône d'entrée est donc monté serré dans le disque de soufflante. A cette fin, une section transversale de la première partie d'extrémité peut être sensiblement égale en forme et en dimension à une section transversale de la première partie d'extrémité complémentaire.
- [0027] Grâce au montage serré du cône d'entrée dans le disque de soufflante, on obtient un centrage du cône d'entrée dans le disque de soufflante permettant de réduire les marches aérodynamiques. Comme indiqué précédemment, le montage serré permet de maintenir radialement en position le cône d'entrée par rapport au disque de soufflante, et aide aussi au maintien de la position axiale du cône d'entrée par rapport au disque de soufflante.
- [0028] Lorsque le montage serré du cône d'entrée dans le disque de soufflante est obtenu par frettage, celui-ci peut être réalisé en chauffant la première partie d'extrémité complémentaire, qui se dilate, puis en introduisant la première partie d'extrémité dans la première partie d'extrémité complémentaire dilatée. Ensuite, on peut laisser refroidir la première partie d'extrémité complémentaire, ce qui produit sa contraction de manière à serrer la première partie d'extrémité. Alternativement, le frettage peut être réalisé en refroidissant la première partie d'extrémité, qui rétrécit, puis en l'insérant dans la première partie d'extrémité complémentaire. Dans ce cas, lorsque la température de la première partie d'extrémité augmente, elle se dilate et se serre dans la première partie d'extrémité complémentaire.
- [0029] Selon un aspect, ladite première partie d'extrémité du cône d'entrée peut comprendre au moins un trou de fixation, ladite première partie d'extrémité complémentaire du disque de soufflante pouvant comprendre au moins un trou de fixation complémentaire, l'au moins un trou de fixation pouvant être agencé en vis-à-vis radial de l'au moins un trou de fixation complémentaire, un organe de liaison du disque de soufflante au cône d'entrée pouvant être installé dans l'au moins un premier trou de fixation et l'au moins un premier trou de fixation complémentaire.
- [0030] L'au moins un trou de fixation étant en vis-à-vis radial de l'au moins un trou de fixation complémentaire, l'organe de liaison peut s'étendre par exemple sensiblement radialement dans une cavité radiale formée par l'au moins un trou de fixation et l'au moins un trou de fixation complémentaire qui sont en vis-à-vis radial l'un de l'autre. Aussi, grâce à l'organe de liaison, la rétention axiale du cône d'entrée par rapport au disque de soufflante est améliorée.
- [0031] L'organe de liaison peut être une vis ou un boulon, entre autres.
- [0032] Selon un exemple, le premier trou et le premier trou complémentaire sont des trous

traversants ayant une forme sensiblement cylindrique.

- [0033] Selon un aspect, un écrou peut être serti dans ledit au moins un trou de fixation et/ou dans ledit au moins un trou de fixation complémentaire.
- [0034] L'écrou permet de maintenir l'organe de liaison en position à l'intérieur du trou de fixation et du trou de fixation complémentaire.
- [0035] L'écrou peut être une pièce indépendante reliée à une paroi de l'au moins un trou de fixation et/ou de l'au moins un trou de fixation complémentaire. L'écrou peut alternativement être fait d'un seul tenant avec la paroi de l'au moins un trou de fixation et/ou de l'au moins un trou de fixation complémentaire.
- [0036] Dans certains cas, un premier écrou peut être serti dans l'au moins un trou de fixation et un second écrou peut être serti dans l'au moins un trou de fixation complémentaire.
- [0037] Selon un aspect, ladite première partie d'extrémité peut comprendre une rangée annulaire de trous de fixation répartis autour de l'axe longitudinal de l'ensemble rotorique, la première partie d'extrémité complémentaire pouvant comprendre une rangée annulaire de trous de fixation complémentaires répartis autour de l'axe longitudinal de l'ensemble rotorique, chaque trou de fixation pouvant être en vis-à-vis radial d'un trou de fixation complémentaire respectif.
- [0038] Un organe de liaison respectif peut donc être installé sensiblement radialement dans la cavité radiale formée par chaque trou de fixation et chaque trou de fixation complémentaire qui sont en vis-à-vis radial. La rétention axiale du cône d'entrée par rapport au disque de soufflante est ainsi améliorée.
- [0039] Les trous de fixation et les trous de fixation complémentaires peuvent être répartis de manière régulière autour de l'axe longitudinal de l'ensemble rotorique. Alternativement, les trous de fixation et les trous de fixation complémentaires peuvent être répartis de manière irrégulière autour de l'axe longitudinal de l'ensemble rotorique.
- [0040] Selon un aspect, une surface radialement externe du disque de soufflante peut comprendre une pluralité d'alvéoles réparties autour de l'axe longitudinal de l'ensemble rotorique, l'ensemble rotorique comprenant en outre une pluralité d'aubes, chaque aube comportant un pied d'aube engagé dans l'une desdites alvéoles, le pied d'aube comprenant un crochet d'arrêt axial comportant une partie en saillie montée ajustée axialement dans un logement du disque de soufflante.
- [0041] La partie en saillie du crochet d'arrêt axial étant montée axialement ajustée dans le logement du disque, les déplacements axiaux du pied d'aube sont évités. Le pied d'aube est ainsi retenu dans l'ensemble rotorique à partir d'un système de rétention directement intégré dans l'aube, sans besoin d'utiliser des pièces supplémentaires, tels des verrous, ce qui réduit le nombre de pièces à usiner et à assembler. La fabrication de l'ensemble rotorique est ainsi plus simple, plus rapide et moins coûteuse. De surcroît, le risque d'erreurs de fabrication ou de montage, comme l'oubli d'installer certains

verrous, est diminué.

- [0042] On note que le crochet d'arrêt axial intégré dans l'aube permet de retenir le pied d'aube dans l'ensemble rotorique, notamment dans le disque de soufflante, même en cas d'évènements critiques mettant en danger l'intégralité de l'aube, telles l'ingestion d'un oiseau ou la rupture de l'aube.
- [0043] Dans le présent texte, le terme « ajusté » peut être compris comme un synonyme des termes « immobilisé » ou « bloqué », entre autres.
- [0044] Le crochet d'arrêt axial s'étend par exemple dans un plan sensiblement perpendiculaire à la direction axiale.
- [0045] La partie en saillie du crochet d'arrêt axial fait par exemple saillie dans une direction sensiblement perpendiculaire à un plan comprenant la direction axiale et la direction radiale.
Chaque alvéole forme par exemple une rainure sur la surface radialement externe du disque de soufflante. Chaque alvéole peut être rectiligne et peut s'étendre sensiblement axialement tout le long du disque de soufflante.
- [0046] Lorsque la section transversale de l'extrémité aval de la seconde partie d'extrémité du cône d'entrée est supérieure à la section transversale de la première partie d'extrémité complémentaire du disque de soufflante, la paroi annulaire reliant la première partie d'extrémité et la seconde partie d'extrémité du cône d'entrée peut former une paroi délimitant une extrémité longitudinale amont de chaque alvéole.
- [0047] Le pied d'aube fait partie d'une aube respective qui peut comprendre par ailleurs une échasse et une pale. L'échasse peut être disposée radialement entre le pied d'aube et la pale. Selon un exemple non limitatif, le pied d'aube, l'échasse et la pale sont faits d'un seul tenant
- [0048] Chaque aube peut être fabriquée en matériau métallique ou composite, par exemple en composite tissé 3D.
- [0049] La forme de chaque pied d'aube peut être complémentaire de la forme de chaque alvéole ou adaptée à introduire le pied d'aube dans l'alvéole respective. Par exemple, chaque pied d'aube peut avoir une forme en sapin ou en queue d'aronde.
- [0050] Le logement est par exemple compris dans une paroi latérale de l'une des alvéoles. Chaque alvéole peut comprendre deux parois latérales. De préférence, chaque paroi latérale de chaque alvéole comprend un logement respectif.
- [0051] Chaque logement peut avoir une partie ayant une dimension axiale sensiblement égale à une dimension axiale de la partie en saillie du crochet d'arrêt axial. Ainsi, le montage ajusté dans la direction axiale de la partie en saillie du crochet est possible.
- [0052] Chaque logement forme en particulier une rainure qui est ouverte, de préférence sur toute son extension, dans l'alvéole respective.
- [0053] Selon un exemple non limitatif, le logement comprend une première partie s'étendant

sensiblement parallèlement audit axe longitudinal depuis une extrémité amont du disque de soufflante et une seconde partie s'étendant sensiblement transversalement à ladite première partie. Le logement a ainsi une forme en L. La partie en saillie du crochet de rétention axiale peut en particulier être montée ajustée axialement dans la seconde partie du logement. A cet effet, le pied d'aube peut être introduit dans l'alvéole respective, avec l'aube étant orientée de son pied à sa pale dans le sens de la force de pesanteur. Dans un tel cas, la partie en saillie du crochet d'arrêt axial est engagée dans un premier temps dans la première partie du logement. Le pied d'aube peut ensuite être déplacé axialement dans l'alvéole, ce qui entraîne le déplacement axial de la partie en saillie du crochet d'arrêt axial dans la première partie du logement. Une fois que la partie en saillie du crochet d'arrêt axial est en vis-à-vis radial de la seconde partie, la force de pesanteur provoquerait le déplacement radial du pied d'aube dans l'alvéole respective. Le pied d'aube s'éloignerait donc radialement de la paroi de fond de l'alvéole, et la partie en saillie du crochet d'arrêt axial serait engagée dans la seconde partie du logement, où elle peut être retenue axialement de manière ajustée.

- [0054] On note que la dimension axiale de la partie en saillie du crochet d'arrêt axial et de la seconde partie du logement peuvent être choisies de sorte à garantir que la partie en saillie du crochet d'arrêt axial est montée ajustée dans la seconde partie du logement.
- [0055] Selon un aspect, la surface radialement externe du disque de soufflante comprend une pluralité de dents, chaque dent étant agencée entre deux alvéoles successives, l'au moins un trou de fixation complémentaire s'étendant sensiblement radialement à travers une dent respective du disque de soufflante.
- [0056] Le pied de chaque aube étant installé dans l'une des alvéoles, le trou de fixation complémentaire reste accessible après l'installation des aubes sur le disque de soufflante. Il est ainsi possible de relier le disque de soufflante et le cône d'entrée par l'intermédiaire de l'organe de liaison après avoir installé les aubes sur le disque de soufflante. Le cône peut ainsi avoir une section transversale suffisante pour obturer longitudinalement chaque alvéole, ce qui permet d'améliorer la rétention axiale de chaque aube.
- [0057] Comme indiqué, les alvéoles peuvent être réparties régulièrement autour de l'axe longitudinal de l'ensemble rotorique. Ainsi, chaque alvéole peut définir avec l'alvéole voisine l'une des dents. Chaque alvéole peut ainsi être délimitée entre deux dents successives. Chaque dent s'étend sensiblement axialement tout le long du disque de soufflante.
- [0058] Les parois latérales de chaque alvéole correspondent en particulier à la paroi de chaque dent qui délimite la rainure formée par chaque alvéole.
- [0059] Le logement du disque dans lequel la partie en saillie du crochet du pied d'aube est retenue axialement peut par exemple être formé dans des parois latérales de chaque dent du disque de soufflante qui délimitent chaque alvéole.

- [0060] Selon un aspect, l'ensemble rotorique comprend en outre au moins une plateforme d'aube, l'au moins une plateforme comportant au moins un trou radial de rétention ou au moins une encoche radiale de rétention, ledit trou ou encoche étant agencé(e) en vis-à-vis radial dudit trou de fixation complémentaire, ledit organe de liaison traversant radialement ledit trou ou encoche.
- [0061] Chaque plateforme est ainsi fixée au disque de soufflante grâce au même organe de liaison qui relie le cône avant et le disque de soufflante. Chaque plateforme est donc retenue radialement en position sur le disque de soufflante, que la turbomachine soit en rotation ou à l'arrêt.
- [0062] D'un point de vue aérodynamique, chaque plateforme a pour fonction de définir la veine d'écoulement du flux d'air. En outre, la plateforme est avantageusement capable de résister à des efforts importants sans se déformer et en restant solidaire du disque de soufflante qui les porte.
- [0063] Chaque plateforme peut être une pièce rapportée. Dans d'autres cas, chaque plateforme peut être formée d'un seul tenant avec chaque aube. Dans de tels cas, chaque plateforme peut être formée d'un seul tenant avec une aube respective. Ainsi, chaque plateforme peut être intégrée à une aube respective, au lieu de former une pièce unitaire rapportée à l'ensemble rotorique. La fabrication de l'ensemble rotorique est ainsi simplifiée.
- [0064] Chaque plateforme est montée au voisinage du pied de l'aube respective.
- [0065] Chaque plateforme peut être montée dans l'intervalle entre deux aubes voisines. Dans ce cas, une première plateforme est adjacente au côté de l'intrados de l'aube, et une deuxième plateforme distincte de la première est adjacente au côté de l'extrados de l'aube. Alternativement, chaque plateforme est disposée autour de l'intrados et l'extrados de l'aube respective. A cet effet, chaque plateforme comprend une rainure apte à introduire chaque aube dans la plateforme respective. Ainsi, l'intervalle entre deux aubes voisines est occupé par la moitié de deux plateformes voisines. Une telle configuration est appelée ici « configuration en chaussette ».
- [0066] Chaque plateforme d'aube peut comporter une première partie d'extrémité et une seconde partie d'extrémité axialement opposées. L'au moins un trou radial de rétention ou l'au moins une encoche radiale de rétention peuvent être compris dans la première partie d'extrémité.
- [0067] La seconde partie d'extrémité de chaque plateforme peut être au contact d'un espaceur tournant de l'ensemble rotorique. En particulier, le contact entre l'espaceur tournant et la seconde partie d'extrémité de la plateforme peut être un contact permettant de maintenir la plateforme en position axialement et radialement.
- [0068] Alternativement, la seconde partie d'extrémité de chaque plateforme peut comprendre au moins un pion faisant saillie sensiblement axialement et conformé pour

être reçu de manière ajustée ou serrée dans un alésage compris dans un tambour de compresseur. Ainsi, la plateforme peut être reliée directement au tambour de compresseur. Dans ce cas, l'installation d'un espaceur tournant ne serait donc pas nécessaire, la plateforme étant directement reliée au tambour de compresseur. Le nombre de pièces dans l'ensemble rotorique est ainsi diminué.

- [0069] Ledit au moins un pion peut comprendre une encoche annulaire coopérant avec une paroi du tambour de compresseur délimitant ledit trou. L'encoche annulaire forme par exemple une partie en retrait dans laquelle peut s'engager la paroi du tambour de compresseur. Ceci permet de maintenir en position le pion par rapport au tambour de compresseur, ce qui bloque aussi en position la plateforme par rapport au tambour de compresseur. Le blocage en position de la plateforme par rapport au tambour de compresseur contribue aussi à retenir axialement en position chaque aube, même en cas d'évènement critique.
- [0070] Chaque trou ou encoche peut être conformé(e) pour recevoir un moyen de fixation de la plateforme au disque de soufflante. Le moyen de fixation est par exemple une vis ou un boulon. Chaque trou radial de rétention ou encoche radiale de rétention permet ainsi de bloquer les mouvements axiaux et radiaux de la première partie d'extrémité la plateforme, ce qui permet à la plateforme de résister à des efforts importants sans se déformer et en restant solidaire du disque de soufflante qui la porte.
- [0071] Avantageusement, l'organe de liaison du disque de soufflante au cône d'entrée est utilisé aussi comme moyen de fixation de la plateforme au disque de soufflante. On réduit ainsi le nombre de pièces à utiliser dans l'ensemble rotorique. Le trou et/ou l'encoche de chaque plateforme est donc agencé(e) de sorte à être en regard de la cavité formée par le trou de fixation et le trou de fixation complémentaire. De surcroît, cette fixation de la plateforme peut contribuer à retenir chaque aube dans le disque de soufflante en cas d'évènement critique. En particulier, l'organe de liaison reliant la plateforme au disque de soufflante et au cône d'entrée peut être configuré pour travailler en cisaillement en cas d'évènement critique. Les efforts dus à ce cisaillement peuvent être repris par les deux organes de liaison adjacents, ainsi que par le reste d'organes de liaison de l'ensemble rotorique. Les efforts exercés sur l'aube en cas d'évènement critique sont ainsi repartis dans le cône d'entrée, ce qui limite le risque de perte ou rupture des aubes.
- [0072] Le compresseur est par exemple un compresseur basse pression.
- [0073] L'alésage compris dans le tambour de compresseur est par exemple un trou traversant. Alternativement, l'alésage peut être un trou borgne.
- [0074] Selon un aspect, une cale est installée dans chaque alvéole de manière à combler un jeu radial formé entre une extrémité radialement interne du pied d'aube et une paroi de fond de l'alvéole.

- [0075] La cale permet donc d'éviter des déplacements incontrôlés de l'aube dans la direction radiale. La cale peut être en particulier conformée pour maîtriser les mouvements du pied de l'aube lors d'un événement critique mentionné ci-dessus. Dans de telles circonstances, l'aube concernée pivote sous l'impact, le pied d'aube pivotant par conséquent dans l'alvéole du disque. L'aube, en plus du mouvement de rotation, peut subir un mouvement de plongée vers l'avant puis vers l'arrière, en réaction. L'aube peut subir des mouvements de torsion et de plongée axiale d'amplitudes différentes. Grâce à la cale, l'impact entre l'aube et l'alvéole dans ces situations est limité, une énergie de cet impact étant absorbée par la cale. Les risques d'endommagement de l'aube sont ainsi réduits.
- [0076] La cale peut être faite, au moins partiellement, d'un matériau élastiquement déformable. Par exemple, la cale peut comporter des parties métalliques et des parties en élastomère semi-rigide. Selon un exemple, la cale peut être fabriquée dans le même matériau que l'aube.
- [0077] La cale peut avoir une forme parallélépipédique. Dans certains cas, la cale a une forme et une dimension similaire ou identique à la paroi de fond de l'alvéole respective. Dans d'autres cas, la cale a une dimension inférieure à la paroi de fond de l'alvéole respective.
- [0078] Une dimension radiale de ladite partie en saillie dudit crochet peut être inférieure à une dimension radiale dudit jeu radial. Aussi, lorsque le jeu radial est formé, la partie en saillie du crochet d'arrêt axial est en totalité engagée dans la seconde partie du logement. La rétention de l'aube dans l'ensemble rotorique est ainsi améliorée.
- [0079] Une dimension radiale de ladite partie en saillie dudit crochet peut être inférieure à une dimension radiale de ladite cale. Aussi, lorsque la cale comble le jeu radial entre le pied d'aube et la paroi de fond de l'alvéole, on garantit que la partie en saillie du crochet d'arrêt axial est en totalité engagée dans la seconde partie du logement. La rétention de l'aube dans l'ensemble rotorique est ainsi améliorée.
- [0080] Selon un autre aspect, il est proposé une turbomachine telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur, comprenant un ensemble rotorique tel que décrit ci-avant. La turbomachine présente ainsi tous les avantages de l'ensemble rotorique présentés ci-avant.

Brève description des dessins

- [0081] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

Fig. 1

- [0082] [Fig.1] montre une vue schématique en coupe longitudinale d'un ensemble rotorique de soufflante pour turbomachine selon une première forme de réalisation.

Fig. 2

[0083] [Fig.2] montre une vue partielle en perspective d'un disque de soufflante de l'ensemble rotorique de la [Fig.1].

Fig. 3

[0084] [Fig.3] montre une vue partielle en perspective d'un détail du disque de soufflante de la [Fig.2] dans lequel des pieds d'aube, illustrés partiellement en pointillé, sont installés.

Fig. 4

[0085] [Fig.4] montre une vue partielle en perspective d'un exemple d'aube pour l'ensemble rotorique de la [Fig.1].

Fig. 5

[0086] [Fig.5] montre une vue schématique de dessus d'une partie de l'ensemble rotorique de la [Fig.1] comprenant un cône d'entrée, un disque de soufflante et une aube installée dans le disque de soufflante.

Fig. 6

[0087] [Fig.6] montre une vue schématique de dessus d'un premier exemple d'agencement d'une pluralité d'aubes et d'une pluralité de plateformes d'aube pour l'ensemble rotorique de la [Fig.1].

Fig. 7

[0088] [Fig.7] montre une vue schématique de dessus d'un deuxième exemple d'agencement d'une pluralité d'aubes et d'une pluralité de plateformes d'aube pour l'ensemble rotorique de la [Fig.1].

Fig. 8

[0089] [Fig.8] montre une vue schématique en coupe longitudinale d'un ensemble rotorique de soufflante pour turbomachine selon une deuxième forme de réalisation.

Fig. 9

[0090] [Fig.9] montre une vue schématique en perspective d'une face supérieure d'une plateforme pour l'ensemble rotorique de la [Fig.1] ou de la [Fig.8].

Fig. 10

[0091] [Fig.10] montre une vue schématique en coupe longitudinale d'un ensemble rotorique de soufflante pour turbomachine selon une deuxième forme de réalisation.

Description des modes de réalisation

[0092] Il est maintenant fait référence à la [Fig.1] montrant partiellement un ensemble rotorique 10 de soufflante pour turbomachine selon une première forme de réalisation. Comme illustré, l'ensemble rotorique 10 s'étend le long d'un axe longitudinal A.

[0093] L'ensemble rotorique 10 peut comprendre un disque de soufflante 12 et un cône d'entrée 14.

- [0094] Le disque de soufflante 12 a une forme sensiblement annulaire comprenant une surface radialement interne 16 et une surface radialement externe 18. Comme visible sur la [Fig.2], la surface radialement interne 16 et la surface radialement externe 18 sont reliées entre elles. Par exemple, une paroi intermédiaire 20 sensiblement annulaire relie les surfaces radialement externe 16 et interne 18. Dans une coupe longitudinale de l'ensemble rotorique 10, la paroi intermédiaire 20 forme une patte 22 s'étendant par exemple sensiblement radialement, comme le montre la [Fig.1].
- [0095] La surface radialement interne 16 du disque de soufflante 12 délimite une cavité 24 conformée pour recevoir un arbre de compresseur, par exemple un compresseur basse pression, non illustré sur les figures. L'arbre de compresseur est configuré pour tourner autour de l'axe longitudinal A. Le disque de soufflante 12 et l'arbre de compresseur sont reliés entre eux en rotation. Ainsi, la rotation de l'arbre de compresseur permet d'entraîner le disque de soufflante 12 solidairement en rotation autour de l'axe longitudinal A. Toutes les autres pièces conformant l'ensemble rotorique 10 qui sont directement ou indirectement reliées au disque de soufflante 12 peuvent aussi être entraînées en rotation autour de l'axe longitudinal A solidairement avec l'arbre de compresseur.
- [0096] Le disque de soufflante comprend une première partie d'extrémité amont 25 sensiblement annulaire. Comme il va être détaillé, la première partie d'extrémité amont 25 est conformée pour recevoir de manière serrée une première partie d'extrémité 27 du cône d'entrée 14. Dans ce qui suit, la première partie d'extrémité amont 25 du disque de soufflante 12 sera appelée « première partie d'extrémité complémentaire », tandis que la première partie d'extrémité 27 du cône 14 sera appelée « première partie d'extrémité ».
- [0097] Avantageusement, au moins un trou 23 traverse radialement la première partie d'extrémité complémentaire 25 du disque de soufflante 12. Dans ce qui suit, le trou 23 sera aussi appelé « trou de fixation complémentaire ».
- [0098] La surface radialement externe 18 comprend une pluralité d'alvéoles 26. Chaque alvéole 26 comprend une rainure formée en retrait sur la surface radialement externe 18 du disque de soufflante 12. La rainure formée par chaque alvéole 26 peut être rectiligne et peut s'étendre sensiblement axialement tout le long du disque de soufflante 12.
- [0099] Les alvéoles 26 peuvent être réparties régulièrement autour de l'axe longitudinal A. Ainsi, chaque alvéole 26 peut définir avec l'alvéole 26 voisine une dent 28 qui s'étend également sensiblement axialement tout le long du disque de soufflante. Par ailleurs, chaque alvéole 26 peut ainsi être délimitée entre deux dents 28 successives.
- [0100] Chaque alvéole 26 comprend une première paroi latérale 30, une seconde paroi latérale 32 et une paroi de fond 34. Les première et seconde parois latérales 30, 32 cor-

respondent à la paroi latérale des deux dents 28 successives entre lesquelles se forme l'alvéole 26.

- [0101] La paroi de fond 34 de chaque alvéole 26 est par exemple comprise dans un plan sensiblement perpendiculaire à la direction radiale. Les première et seconde parois latérales 30, 32 sont quant à elles transversales à la paroi de fond 34. En particulier, les première et seconde parois latérales 30, 32 peuvent être inclinées par rapport à la direction radiale. Alternativement, les première et seconde parois latérales 30, 32 peuvent être parallèles à la direction radiale.
- [0102] Comme il ressort des figures 2 et 3, un logement 36 est formé dans chacune des parois latérales 30, 32 de l'alvéole 26 respective. Le logement 36 forme en particulier une rainure qui est ouverte, de préférence sur toute son extension, dans l'alvéole 26. Selon un exemple non-limitatif, chaque logement 36 comprend une première partie 36-1 sensiblement parallèle à la direction axiale et une seconde partie 36-2 sensiblement transversale par rapport à la première partie 36-1. Comme visible sur les figures 2 et 3, la première partie 36-1 s'étend depuis une extrémité amont 37 du disque de soufflante 12. Plus précisément, l'extrémité amont 37 est une extrémité amont de chaque dent 28 du disque 12. Le logement 36 est donc ouvert au niveau de l'extrémité amont 37 du disque de soufflante 12. Sur les figures, la seconde partie 36-2 s'étend depuis une extrémité aval de la première partie 36-1, sans que ceci ne soit limitatif. Aussi, dans les figures, chaque logement 36 a une forme en L.
- [0103] Avantageusement, le trou de fixation complémentaire 23 est formé à travers l'une des dents 28. De préférence, un trou de fixation complémentaire 23 est formé à travers chaque dent 28. Ainsi, le disque de soufflante 12 comprend une rangée annulaire de trous de fixation complémentaires 23.
- [0104] Une partie d'extrémité aval du disque de soufflante 12 peut comprendre une pluralité de portions 38 faisant saillie radialement de la surface radialement externe 18 du disque de soufflante 12. Chaque portion 38 comprend un trou 39 de fixation du disque de soufflante 12 à un compresseur 40. Le compresseur 40 est par exemple un compresseur basse pression.
- [0105] Le trou 39 est en particulier disposé en vis-à-vis axial d'un autre trou (non illustré) agencé dans le compresseur 40. Ainsi, un moyen de fixation, de préférence amovible, telle une vis, peut être installée dans le trou 39 et le trou du compresseur 40 pour fixer le disque de soufflante 12 au compresseur 40.
- [0106] Le cône d'entrée 14 comprend une première partie d'extrémité 27 et une seconde partie d'extrémité 29. La première partie d'extrémité 27 est placée en aval de la seconde partie d'extrémité 29.
- [0107] La première partie d'extrémité 27 a avantageusement une forme sensiblement annulaire comprenant une surface radialement interne 42 et une surface radialement

externe 44. La surface radialement externe 44 de la première partie d'extrémité 27 a une forme et une dimension sensiblement égales à la première partie d'extrémité complémentaire 25 du disque de soufflante 12. Ainsi, la première partie d'extrémité 27 du cône 14 peut être montée serrée dans la première partie d'extrémité complémentaire 25. Comme indiqué précédemment, ce montage serré peut être obtenu par frettage.

[0108] Comme déjà expliqué, le fait de monter serrée la première partie d'extrémité 27 du cône d'entrée 14 dans le disque de soufflante 12 permet de maintenir en position radialement et axialement le cône d'entrée 14 dans le disque de soufflante 12 à partir d'un montage plus simple, moins coûteux et utilisant un nombre inférieur de pièces. La fabrication de l'ensemble rotorique 10 est donc simplifiée.

[0109] Par ailleurs, comme également indiqué ci-avant, ce montage serré permet de supprimer des marches aérodynamiques dans l'ensemble rotorique 10, ce qui permet de diminuer les pertes de charge. De surcroît, le montage serré garantit le centrage du cône d'entrée 14 dans le disque de soufflante 12, ce qui réduit aussi les marches aérodynamiques.

[0110] Au moins un trou de fixation 45 traverse sensiblement axialement la première partie d'extrémité 27 du cône 14. De préférence, le trou de fixation 45 traverse le cône 14 de sa surface radialement externe 44 à sa surface radialement interne 42. De manière avantageuse, lorsque la première partie d'extrémité 27 du cône 14 est montée serrée dans le disque de soufflante 12, le trou de fixation 45 est radialement en regard du trou de fixation complémentaire 23. Ainsi, le trou de fixation 45 et le trou de fixation complémentaire 23 forment une cavité radiale conformée pour recevoir un organe de liaison 48. L'organe de liaison 48 permet de relier le disque de soufflante 12 et le cône d'entrée 14 de sorte à améliorer la rétention en position axiale du cône 14 par rapport au disque 12. L'organe de liaison 48 est de préférence un organe de liaison amovible, par exemple une vis ou un boulon.

[0111] Comme indiqué précédemment, le disque de soufflante 12 peut comprendre une rangée annulaire de trous de fixation complémentaires 23. Dans ce cas, la première partie d'extrémité 27 est de préférence traversée radialement par une pluralité de trous de fixation 45 formant une rangée annulaire de trous de fixation 45. Avantageusement, la pluralité de trous de fixation 45 sont disposés dans la rangée annulaire de sorte que, lorsque la première partie d'extrémité 27 du cône 14 est montée serrée dans le disque de soufflante 12, chaque trou de fixation 45 est radialement en regard de l'un des trous de fixation complémentaires 23.

[0112] Dans certains cas, un écrou 49 peut être serti dans chaque trou de fixation 45. L'écrou 49 peut être une pièce indépendante reliée à une paroi de chaque trou de fixation 49. L'écrou 49 peut alternativement être fait d'un seul tenant avec la paroi du trou de fixation 49 respectif.

- [0113] L'écrou 49 permet de maintenir l'organe de liaison 48 en position à l'intérieur du trou de fixation 45 et du trou de fixation complémentaire 23.
- [0114] La seconde partie d'extrémité 29, dont la section en coupe longitudinale n'est illustrée qu'en partie sur la [Fig.1], a avantageusement une forme sensiblement conique, évasée de l'amont vers l'aval.
- [0115] L'extrémité aval de la seconde partie d'extrémité 29 du cône d'entrée 14 a de préférence une section transversale supérieure à la section transversale de la première partie d'extrémité 27 du cône 14. Une paroi annulaire 46 s'étendant sensiblement radialement relie l'extrémité amont de la première partie d'extrémité 27 du cône d'entrée 14 à la partie aval de sa seconde partie d'extrémité 29. Comme il ressort de la [Fig.1], la paroi annulaire 46 du cône d'entrée 14 permet d'obturer une extrémité amont de chaque alvéole 26.
- [0116] L'ensemble rotorique 10 comprend par ailleurs au moins une aube 50. De préférence, l'ensemble rotorique 10 comprend le même nombre d'aubes 50 que d'alvéoles 26 compris dans le disque de soufflante 12. Comme il va être détaillé, chaque aube 50 est partiellement installée dans une alvéole 26 respective.
- [0117] La [Fig.4] montre un exemple d'aube 50. Chaque aube 50 peut être fabriquée en matériau métallique ou composite, par exemple en composite tissé 3D.
- [0118] L'aube 50 comprend un pied d'aube 52, une échasse 54 et une pale 56. L'aube 50 comprend par ailleurs une première face 58, dite intrados, et une seconde face 60, dite extrados. L'intrados 58 et l'extrados 60 sont sensiblement parallèles à un plan comprenant les directions axiale et radiale lorsque l'aube 50 est installée dans l'alvéole 26 correspondante.
- [0119] Le pied d'aube 52 de chaque aube 50 est conformé pour être installé dans l'alvéole 26 correspondante. A cet effet, chaque pied d'aube 52 peut avoir une forme adaptée à être installée dans l'alvéole 26 respective. Selon un exemple non limitatif, chaque pied d'aube 52 peut avoir une forme complémentaire de la forme de l'alvéole 26 dans laquelle l'aube 50 est installée.
- [0120] Sur la [Fig.4], le pied d'aube 52 comprend un corps 62 s'étendant selon un axe B. Lorsque le pied d'aube 52 est installé dans l'alvéole 26 respective, l'axe B est sensiblement parallèle à l'axe longitudinal A de l'ensemble rotorique 10. Le corps 62 a une section selon un plan perpendiculaire à l'axe B sensiblement tronconique.
- [0121] Le pied d'aube 52 comprend par ailleurs un crochet d'arrêt axial 64. Le crochet 64 est par exemple agencé sur une partie d'extrémité amont du corps 62 du pied d'aube 52. Plus précisément, lorsque le pied d'aube 52 est installé dans l'alvéole 26 respective, le crochet 64 fait saillie radialement du corps 62. Autrement dit, le crochet 64 est compris dans un plan sensiblement perpendiculaire à l'axe B.
- [0122] Le crochet 64 comprend une partie en saillie 66. En l'espèce, la partie en saillie 66

comprend une première protrusion 68 et une seconde protrusion 69. Les première et seconde protrusions 68, 69 font saillie des côtés opposées du crochet 64. Lorsque l'aube 50 est installée dans l'alvéole 26 respective, les première et seconde protrusions 68, 69 font saillie selon une direction sensiblement perpendiculaire au plan comprenant les directions sensiblement axiale et radiale.

[0123] La première protrusion 68 est conformée pour être engagée dans le logement 36 de la première paroi latérale 30 de l'alvéole 26 respective. La seconde protrusion 69 est conformée pour être engagée dans le logement 36 de la seconde paroi latérale 32 de l'alvéole 26 respective. En particulier, la première protrusion 68 et la seconde protrusion 69 ont une forme permettant de les insérer dans la première partie 36-1 et la seconde partie 36-2 du logement 36 respectif. De manière avantageuse, lorsque la première protrusion 68 ou la seconde protrusion 69 sont engagées dans la première partie 36-1, un jeu existe entre la première protrusion 68 et la première partie 36-1 correspondante, et entre la seconde protrusion 69 et la première partie 36-1 correspondante. Ainsi, le crochet 64 peut être déplacé axialement dans le logement 36, notamment dans sa première partie 36-1. De préférence, dans la seconde partie 36-2 du logement 36 respectif, la première protrusion 68 et la seconde protrusion 69 sont montées axialement ajustées. Autrement dit, la dimension axiale des première et seconde protrusions 68, 69 est sensiblement égale à la dimension axiale de la seconde partie 36-2 du logement 36 respectif. Le mouvement axial du crochet 64 dans le logement 36 est alors bloqué, comme il va être détaillé.

[0124] L'échasse 54 est agencée entre le pied d'aube 52 et la pale 56, en particulier selon la direction radiale lorsque l'aube 50 est installée dans l'alvéole 26 correspondante. L'échasse 54 assure la liaison mécanique entre la pale 56 et le pied d'aube 52. L'échasse 54 peut avoir par exemple une forme rectiligne ou curviligne.

[0125] La pale 56 s'étend depuis l'échasse 54, sensiblement radialement lorsque l'aube 50 est installé dans l'alvéole 26 correspondante. La pale 56 peut avoir une forme curviligne.

[0126] Selon un exemple non limitatif, lors du montage de l'aube 50 dans l'alvéole 26 respective, l'aube 50 est orientée de son pied 52 à sa pale 56 dans le sens de la force de pesanteur. C'est-à-dire, lors de l'installation de l'aube 50 dans l'alvéole 26, le pied d'aube 52 est dans une position plus élevée par rapport au sol que la pale 56.

[0127] Le pied d'aube 52 est introduit progressivement dans l'alvéole 26 à partir d'un mouvement axial de l'aube 50. Le pied d'aube 52 peut être dimensionné de sorte que lors du mouvement axial de l'aube 50 dans l'alvéole 26, une extrémité radialement interne 52-1 du pied d'aube 52 est radialement au contact de la paroi de fond 34 de l'alvéole 26.

[0128] Comme indiqué précédemment, la première partie 36-1 de chaque logement est

ouverte au niveau de l'extrémité amont 37 du disque de soufflante 12. Le pied d'aube 52 est donc également dimensionné de sorte à garantir que lors du déplacement axial de l'aube 50 dans l'alvéole 26, la partie en saillie 66 est engagée dans chaque logement 36 de l'alvéole 26. En particulier, lors du déplacement axial de l'aube 50 dans l'alvéole 26, la protrusion 68 et la protrusion 69 engagent chacune la première partie 36-1 du logement 36 respectif de l'alvéole 26 dans lequel chacune d'entre elles est reçue. Comme indiqué précédemment, un jeu existe entre chaque protrusion 68, 69 et la première partie 36-1 du logement 36 respectif. Ce jeu permet le glissement axial de chaque protrusion 68, 69 dans la première partie 36-1 du logement 36 respectif.

[0129] Une fois que chaque protrusion 68, 69 de la partie en saillie 66 du crochet 64 est en vis-à-vis radial de la seconde partie 36-2 du logement 36 respectif, la force de pesanteur provoque le déplacement radial du pied d'aube 52 dans l'alvéole 26 correspondante. Chaque protrusion 68, 69 est alors engagée dans la seconde partie 36-2 du logement 36 correspondant.

[0130] Comme indiqué, chaque protrusion 68, 69 est montée ajustée axialement dans la seconde partie 36-2 du logement 36 correspondant. Les déplacements axiaux du pied d'aube 52 sont ainsi évités. Le pied d'aube 52 est ainsi retenu, même en cas d'évènements critiques comme ceux indiqués précédemment, dans l'ensemble rotorique 10 à partir d'un système de rétention directement intégré dans l'aube 50, sans besoin d'utiliser des pièces supplémentaires, tels des verrous, ce qui réduit le nombre de pièces à usiner et à assembler.

[0131] Bien entendu, selon une variante de réalisation, la partie en saillie 66 du crochet pourrait comprendre uniquement l'une des protrusions 68, 69. L'installation de l'aube 50 dans l'alvéole 26 respective pourrait alors se faire de la manière expliquée ci-dessus mais avec uniquement une protrusion 68, 69 qui est engagée dans un logement 36.

[0132] Le déplacement radial du pied d'aube 52 conduisant à l'introduction de la partie en saillie 66 dans la seconde partie 36-2 de chaque logement 36 provoque un éloignement de l'extrémité radialement interne 52-1 du pied d'aube 52 par rapport à la paroi de fond 34 de l'alvéole 26. Un jeu radial 67 est donc formé entre l'extrémité radialement interne 52-1 du pied 52 et la paroi de fond 34 de l'alvéole 26. Avantagusement, une dimension radiale R1 de la partie en saillie 66 du crochet 54 est inférieure à une dimension radiale R2 du jeu radial 67. Aussi, lorsque le jeu radial 67 est formé, la partie en saillie 66 du crochet 64 est en totalité engagée dans la seconde partie 36-2 du logement 36 correspondant. La rétention de l'aube 50 dans l'ensemble rotorique 10 est ainsi améliorée.

[0133] Comme visible sur la [Fig.1], une cale 70 est disposée radialement entre l'extrémité radialement interne 52-1 du pied 52 et la paroi de fond 34 de l'alvéole 26.

[0134] La cale 70 peut être faite, au moins partiellement, d'un matériau élastiquement dé-

formable. Par exemple, la cale 70 peut comporter des parties métalliques et des parties en élastomère semi-rigide. Selon un exemple, la cale 70 peut être fabriquée dans le même matériau que l'aube 50.

- [0135] La dimension longitudinale de la cale 70 est par exemple sensiblement égale à la dimension longitudinale de l'alvéole 26 dans laquelle elle est installée.
- [0136] La dimension radiale de la cale 70 est choisie de sorte à pouvoir combler le jeu radial 67. Avantageusement, la cale 70 comble en totalité le jeu radial 67. La cale 70 permet donc d'éviter des déplacements incontrôlés de l'aube 50 dans la direction radiale. Par ailleurs, en cas d'évènement critique subit par l'aube 50, l'impact entre l'aube 50 et l'alvéole 26 est limité, une énergie de cet impact étant absorbée par la cale 70. Les risques d'endommagement de l'aube 50 sont ainsi réduits.
- [0137] De préférence, la dimension radiale R1 de la partie en saillie 66 du crochet 64 est inférieure à la dimension radiale de la cale 70. Aussi, lorsque la cale 70 comble le jeu radial 67, on garantit que la partie en saillie 66 du crochet 64 est en totalité engagée dans la seconde partie 36-2 du logement 36 correspondant. La rétention de l'aube 50 dans l'ensemble rotorique 10 est ainsi améliorée. La dimension radiale de la cale 70 est par exemple égale à la dimension radiale R2 du jeu radial 67.
- [0138] L'ensemble rotorique 10 comprend par ailleurs au moins une plateforme 72 d'aube. L'ensemble rotorique 10 comprend par exemple le même nombre de plateformes 72 que d'aubes 50. Les plateformes sont disposées de manière adjacente les unes aux autres autour de l'axe longitudinal A. Dans certains cas, chaque plateforme 72 est une pièce rapportée. Dans d'autres cas, chaque plateforme 72 est formé d'un seul tenant avec une aube 50 respective. Chaque plateforme 72 peut être faite du même matériau que les aubes 50, ou d'un matériau différent.
- [0139] Maintenant sera décrite l'une des plateformes 72. De préférence, toutes les plateformes 72 de l'ensemble rotorique 10 sont similaires ou identiques à celle décrite ci-après.
- [0140] La plateforme 72 comprend une face supérieure 72-1 et une face inférieure 72-2. La plateforme 72 comprend par ailleurs une première partie d'extrémité 74 et une seconde partie d'extrémité 76. La première partie d'extrémité 74 comprend un bord amont 75 de la plateforme 72, et la seconde partie d'extrémité 76 comprend un bord aval 77 de la plateforme 72. Les bords amont 75 et aval 77 sont reliés entre eux par un premier bord latéral 79 et un second bord latéral 80. Le premier bord latéral 79 et le second bord latéral 80 de la plateforme 72 sont de préférence sensiblement parallèles l'un par rapport à l'autre.
- [0141] La première partie d'extrémité 74 de la plateforme 72 s'étend sensiblement axialement. Aussi, la première partie d'extrémité 74 peut venir en appui radial d'au moins l'une des dents 28 du disque de soufflante 12.

- [0142] Comme illustré sur la [Fig.6], chaque plateforme 72 peut comprendre une encoche radiale de fixation 82 dans sa première partie d'extrémité 74. De préférence, chaque plateforme 72 comprend deux encoches 82. En particulier, une première encoche 82 est agencée sur le premier bord latéral 79 et une deuxième encoche 82 est agencée sur le second bord latéral 80 de la plateforme 72. Chaque encoche 82 traverse en totalité la plateforme 72 entre sa face supérieure 72-1 et sa face inférieure 72-2.
- [0143] Avantageusement, comme visible sur la [Fig.6], lorsque deux plateformes sont disposées de manière adjacente sur le disque de soufflante 12, la première encoche 82 de l'une des plateformes 72 et la deuxième encoche 82 de l'autre plateforme 72 sont en vis-à-vis radial de la cavité formée par le trou de fixation 45 et le trou de fixation complémentaire 23. Les encoches 82 des deux plateformes 72 voisines forment ainsi un orifice conformé pour recevoir l'organe de liaison 48. Aussi, deux plateformes 72 adjacentes peuvent être reliées au disque de soufflante 12 à partir de l'organe de liaison 48 employé pour relier le disque de soufflante 12 et le cône d'entrée 14.
- [0144] Alternativement, comme visible sur la [Fig.7], la première partie d'extrémité 74 de chaque plateforme 72 peut avoir un trou de radial de fixation 84 traversant en totalité la plateforme 72 entre sa face supérieure 72-1 et sa face inférieure 72-2. Le trou 84 est par exemple sensiblement circulaire. Le trou 84 est en particulier placé dans la plateforme 72 de sorte à être en vis-à-vis radial de la cavité formée par le trou de fixation 45 et le trou de fixation complémentaire 23 lorsque la plateforme 72 vient en appui du disque de soufflante 12. Aussi, la plateforme 72 peut être reliée au disque de soufflante 12 à partir de l'organe de liaison 48 employé pour relier le disque de soufflante 12 et le cône d'entrée 14.
- [0145] L'organe de liaison 48 du disque de soufflante 12 au cône d'entrée 14 étant utilisé aussi comme moyen de fixation de la plateforme 72 au disque de soufflante 12, le nombre de pièces dans l'ensemble 10 est réduit. De surcroît, cette fixation de la plateforme 72 peut contribuer à retenir chaque aube 50, notamment chaque pied d'aube 52, dans le disque de soufflante 12 en cas d'évènement critique. En particulier, l'organe de liaison 48 est configuré pour travailler en cisaillement en cas d'évènement critique. Les efforts dus à ce cisaillement peuvent être repris par les deux organes de liaison 48 adjacents, ainsi que par le reste d'organes de liaison 48. Les efforts exercés sur l'aube 50 en cas d'évènement critique sont ainsi repartis dans le cône d'entrée 14, ce qui limite le risque de perte ou rupture des aubes 50.
- [0146] La seconde partie d'extrémité 76 est inclinée par rapport à la direction axiale de manière à s'éloigner progressivement selon la direction radiale du disque de soufflante 12. La seconde partie d'extrémité 76 est conformée pour coopérer avec un espaceur tournant 86 de l'ensemble 10. Comme visible sur la [Fig.1], l'espaceur tournant 86 est relié d'une part à un redresseur 88 (ou « Inlet Guide Vane », IGV, selon la ter-

minologie anglo-saxonne), et d'autre part à un tambour 90 du compresseur 40. Pour relier l'espaceur tournant 86 au tambour 90, le tambour 90 comprend une portion 92 faisant saillie sensiblement radialement du tambour 90. La portion 92 est traversée axialement par un alésage (non illustré sur la [Fig.1]) qui est en regard axialement d'un autre alésage (non illustré sur la [Fig.1]) compris dans l'espaceur tournant 86. Un organe de liaison, par exemple une vis, peut alors être introduit dans les alésages de l'espaceur tournant 86 et du tambour 90 pour fixer l'espaceur tournant 86 au tambour 90.

- [0147] La seconde partie d'extrémité 76 de la plateforme 72 comprend un épaulement 94 dans la surface supérieure 72-1 de la plateforme 72. En aval de l'épaulement 94, la plateforme 72 est au contact d'une surface radialement interne de l'espaceur tournant 86. Ceci permet de retenir radialement en position la plateforme 72. L'épaulement 94 vient quant à lui au contact de l'extrémité amont de l'espaceur tournant 86. Ceci, uni à la fixation de la première partie d'extrémité 74 sur le disque 12 à partir de l'organe de liaison 48 permet de maintenir axialement en position la plateforme 72.
- [0148] Ainsi, la rétention de la plateforme 72 dans l'ensemble 10 est garantie, ce qui améliore également la rétention de l'aube 50 dans l'ensemble 10.
- [0149] Selon une variante de réalisation illustrée par la [Fig.8], la seconde partie d'extrémité 76 de la plateforme 72 peut être conformée pour coopérer directement avec le redresseur 88 et le tambour 90 de compresseur. A cet effet, la seconde partie d'extrémité 76 de la plateforme comprend au moins un pion 98 conformée pour être introduit et retenu axialement et radialement dans l'alésage de la portion 92 du tambour 90. Sur la [Fig.8], l'alésage de la portion 92 est référencé 96. En particulier, la partie du pion 98 qui est reçue dans l'alésage 96 a de préférence des dimensions permettant un montage ajusté ou serré du pion dans l'alésage 96.
- [0150] Comme il ressort des figures 8 et 10, le pion 98 peut avoir une forme en L, sans que ceci ne soit limitatif. Dans certains cas, la partie du pion 98 qui est reçue dans l'alésage 96 comprend une encoche annulaire 100. La paroi de la portion 92 du tambour de compresseur peut ainsi s'engager radialement dans l'encoche 100. Ceci permet d'améliorer le maintien en position du pion 96 par rapport au tambour 90 de compresseur, ce qui bloque aussi en position la plateforme 72 par rapport au tambour 90 de compresseur. Le blocage en position de la plateforme 72 par rapport au tambour 90 de compresseur contribue aussi à retenir axialement en position chaque aube 50, même en cas d'évènement critique.
- [0151] Dans l'exemple de la [Fig.8], la seconde partie d'extrémité de la plateforme 76 comprend aussi l'épaulement 94 décrit ci-avant. Toutefois, dans l'exemple de la [Fig.8], l'épaulement 94 coopère axialement avec une extrémité amont du redresseur 88. Ceci, uni à la fixation de la première partie d'extrémité 74 sur le disque 12 à partir

de l'organe de liaison 48 permet de maintenir axialement en position la plateforme 72.

[0152] En aval de l'épaulement 94, la plateforme 72 est en vis-à-vis radialement d'une surface radialement interne du redresseur 88. Ceci permet de contribuer à la rétention radialement en position la plateforme 72. L'épaulement 94 vient quant à lui au contact de l'extrémité amont de l'espaceur tournant 86.

[0153] La configuration de la [Fig.8] permet de supprimer l'espaceur tournant 86 de l'ensemble 10. On simplifie ainsi le montage et l'usinage de l'ensemble 10. Par ailleurs, on peut ainsi diminuer le poids de l'ensemble 10.

[0154] Les figures 6 et 7 montrent deux agencements différents des aubes 50 et des plateformes 72.

[0155] Dans un premier agencement, illustré sur la [Fig.6], chaque plateforme 72 est disposée autour de l'intrados 56 et l'extrados 58 de l'une des aubes 50. A cet effet, chaque plateforme 72 comprend une rainure 102, visible sur les figures 9 et 10. La rainure 102 est apte à introduire chaque aube 50 dans la plateforme 72 respective. Alternativement, dans cette configuration la plateforme 72 peut être faite d'un seul tenant avec l'aube 50 correspondante. Une telle configuration est appelée ici « configuration en chaussette ».

[0156] Comme il ressort de la [Fig.6], dans la configuration en chaussette, l'intervalle entre deux aubes 50 voisines est occupé par la moitié de deux plateformes voisines.

[0157] Dans l'agencement illustré par la [Fig.7], chaque plateforme 72 peut être montée dans l'intervalle entre deux aubes 50 voisines. Dans ce cas, une première plateforme est adjacente à l'intrados 56 de l'aube 50, et une deuxième plateforme distincte de la première est adjacente à l'extrados 58 de l'aube 50.

[0158] La présente divulgation ne se limite pas aux exemples de réalisation décrits ci-avant, seulement à titre d'exemple, mais elle englobe toutes les variantes que pourra envisager l'homme de l'art dans le cadre de la protection recherchée.

Revendications

- [Revendication 1] Ensemble rotorique (10) de soufflante pour turbomachine, l'ensemble rotorique (10) comportant un cône d'entrée (14) et un disque de soufflante (12) disposés autour d'un axe longitudinal (A) de l'ensemble rotorique (10), dans lequel le cône d'entrée (14) comprend une première partie d'extrémité (27) et le disque de soufflante (12) comprend une première partie d'extrémité complémentaire (25), la première partie d'extrémité (27) et la première partie d'extrémité complémentaire (25) étant sensiblement annulaires, dans lequel ladite première partie d'extrémité (27) et la première partie d'extrémité complémentaire (25) sont montées serrées l'une dans l'autre, dans lequel ladite première partie d'extrémité (27) du cône d'entrée (14) comprend au moins un trou de fixation (45), ladite première partie d'extrémité complémentaire (25) du disque de soufflante (12) comprenant au moins un trou de fixation complémentaire (23), l'au moins un trou de fixation (45) étant agencé en vis-à-vis radial de l'au moins un trou de fixation complémentaire (23), un organe de liaison (48) du disque de soufflante (12) au cône d'entrée (14) étant installé dans l'au moins un trou de fixation (45) et l'au moins un trou de fixation complémentaire (23), l'organe de liaison (48) s'étendant sensiblement radialement dans une cavité radiale formée par l'au moins un trou de fixation (45) et l'au moins un trou de fixation complémentaire (23),
ledit ensemble comprenant en outre au moins une plateforme d'aube (72), l'au moins une plateforme (72) comportant au moins un trou radial de rétention (84) ou au moins une encoche radiale de rétention (82), ledit trou (84) ou encoche (84) étant agencé(e) en vis-à-vis radial dudit trou de fixation complémentaire (23), ledit organe de liaison (48) traversant radialement ledit trou (84) ou encoche (82).
- [Revendication 2] Ensemble rotorique (10) selon la revendication 1, dans lequel ladite première partie d'extrémité (27) est montée serrée dans ladite partie d'extrémité complémentaire (27).
- [Revendication 3] Ensemble rotorique (10) selon la revendication précédente, dans lequel un écrou (49) est serti dans ledit au moins un trou de fixation (45) et/ou dans ledit au moins un trou de fixation complémentaire (23).
- [Revendication 4] Ensemble rotorique (10) selon la revendication 1 ou 3, dans lequel ladite première partie d'extrémité (27) comprend une rangée annulaire de trous de fixation (45) répartis autour de l'axe longitudinal (A) de

l'ensemble rotorique (10), la première partie d'extrémité complémentaire (25) comprenant une rangée annulaire de trous de fixation complémentaires (23) répartis autour de l'axe longitudinal (A) de l'ensemble rotorique (10), chaque trou de fixation (45) étant en vis-à-vis radial d'un trou de fixation complémentaire (23) respectif.

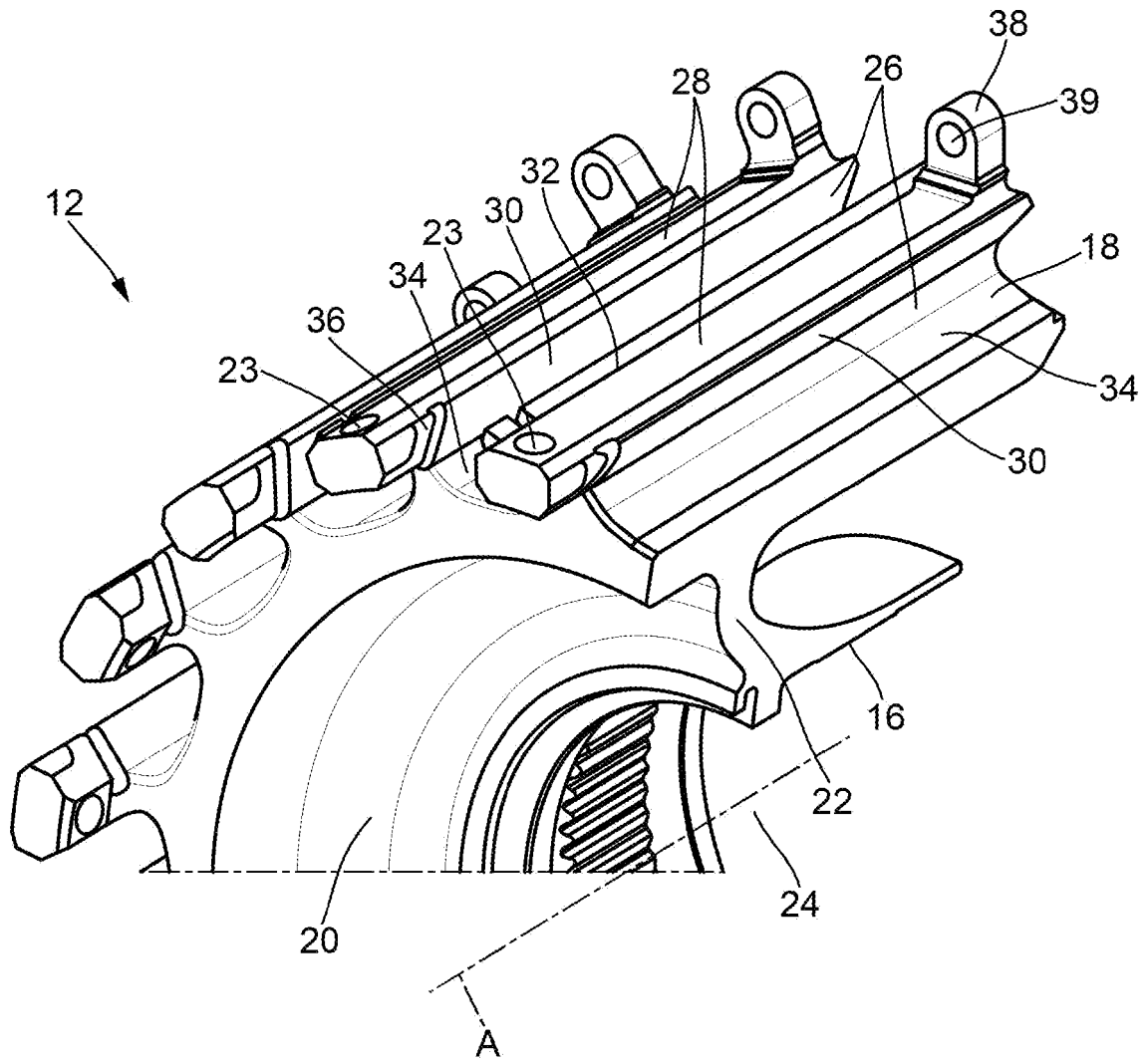
[Revendication 5] Ensemble rotorique (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une surface radialement externe (18) du disque de soufflante (12) comprend une pluralité d'alvéoles (26) réparties autour de l'axe longitudinal (A) de l'ensemble rotorique (10), l'ensemble rotorique (10) comprenant en outre une pluralité d'aubes (50), chaque aube (50) comportant un pied d'aube (52) engagé dans l'une desdites alvéoles (26), le pied d'aube (50) comprenant un crochet d'arrêt axial (64) comportant une partie en saillie (66) montée ajustée axialement dans un logement (36) du disque de soufflante (12).

[Revendication 6] Ensemble rotorique (10) selon la revendication précédente et l'une des revendications 1, 3 et 4, dans lequel la surface radialement externe (18) du disque de soufflante (12) comprend une pluralité de dents (28), chaque dent (28) étant agencée entre deux alvéoles (26) successives, l'au moins un trou de fixation complémentaire (23) s'étendant sensiblement radialement à travers une dent (28) respective du disque de soufflante (12).

[Revendication 7] Ensemble rotorique (10) selon l'une des revendications 1, 5 et 6, dans lequel une cale (70) est installée dans chaque alvéole (26) de manière à combler un jeu radial (67) formé entre une extrémité radialement interne (52-1) du pied d'aube (52) et une paroi de fond (34) de l'alvéole (26).

[Revendication 8] Turbomachine telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur, comprenant un ensemble rotorique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

[Fig. 2]

**FIG. 2**

[Fig. 4]

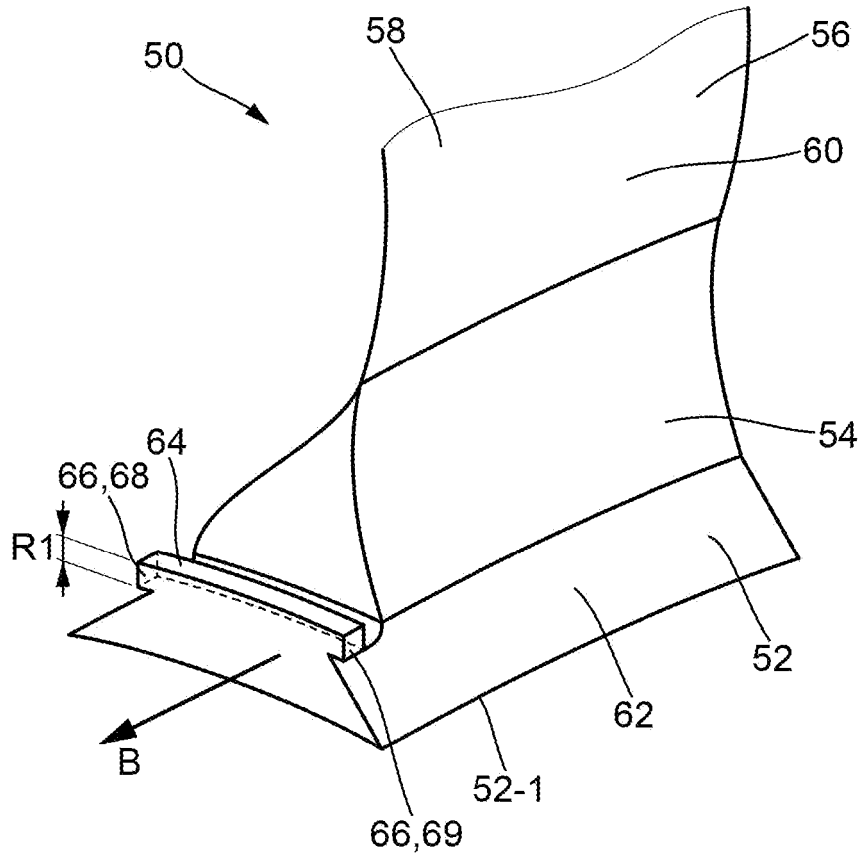


FIG. 4

[Fig. 5]

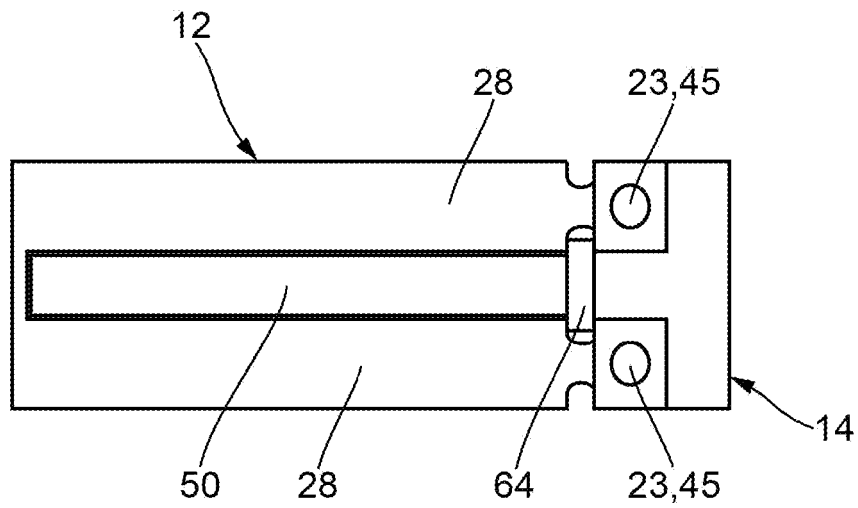
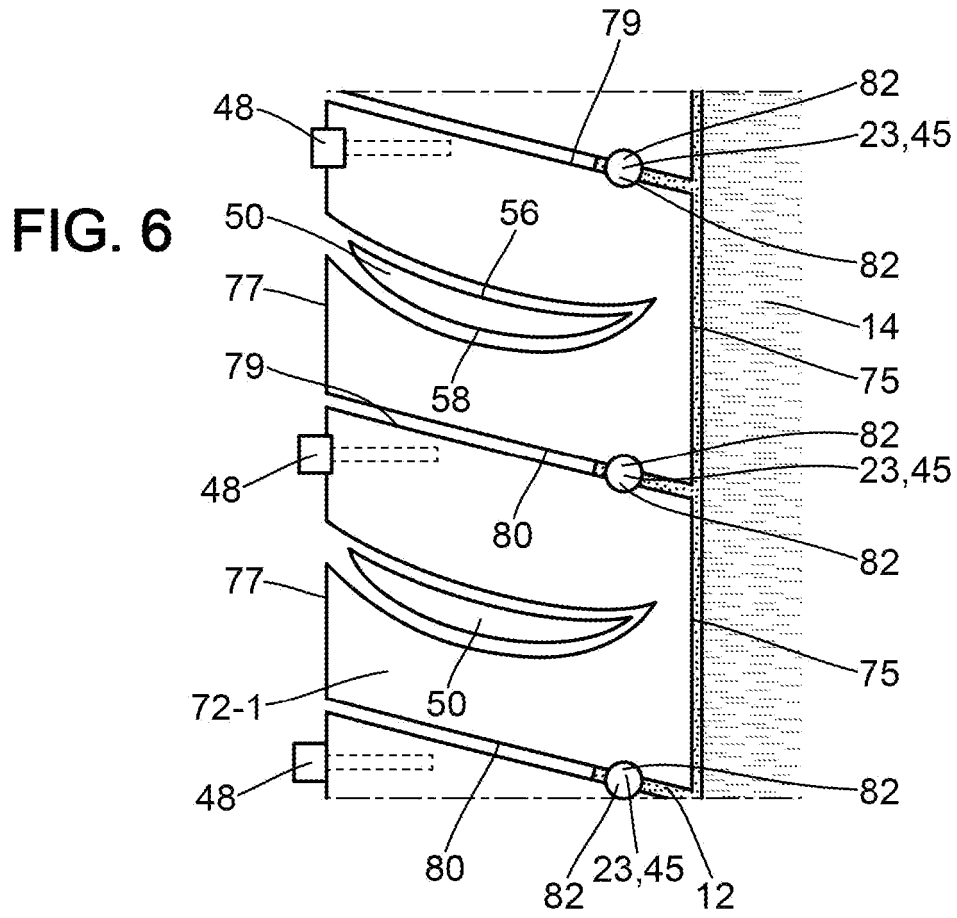
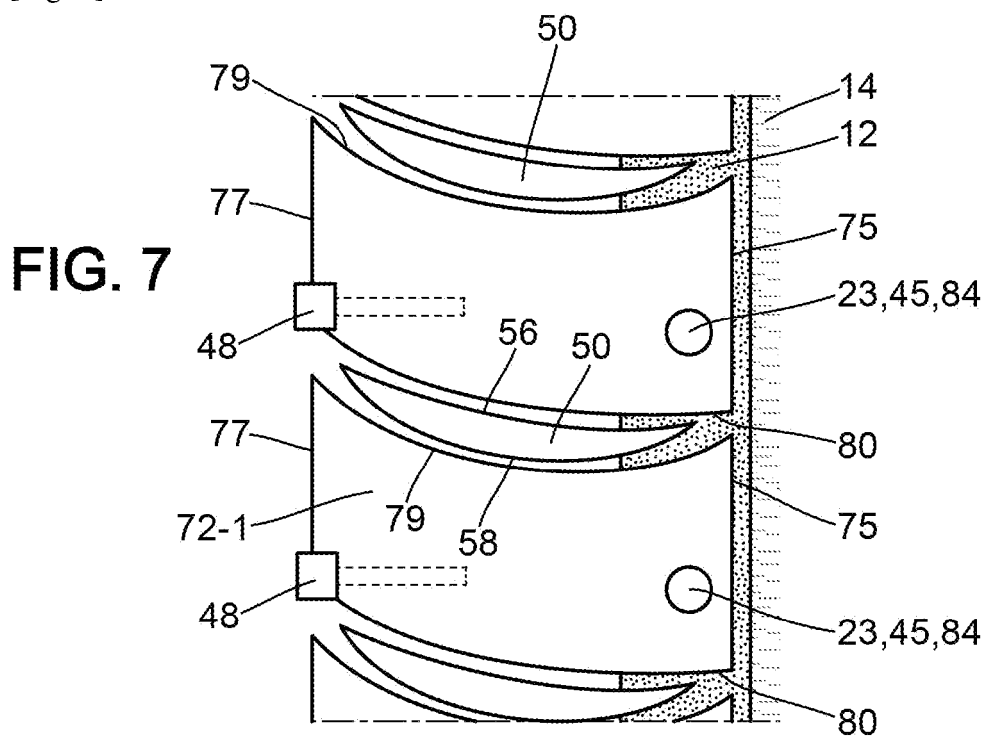


FIG. 5

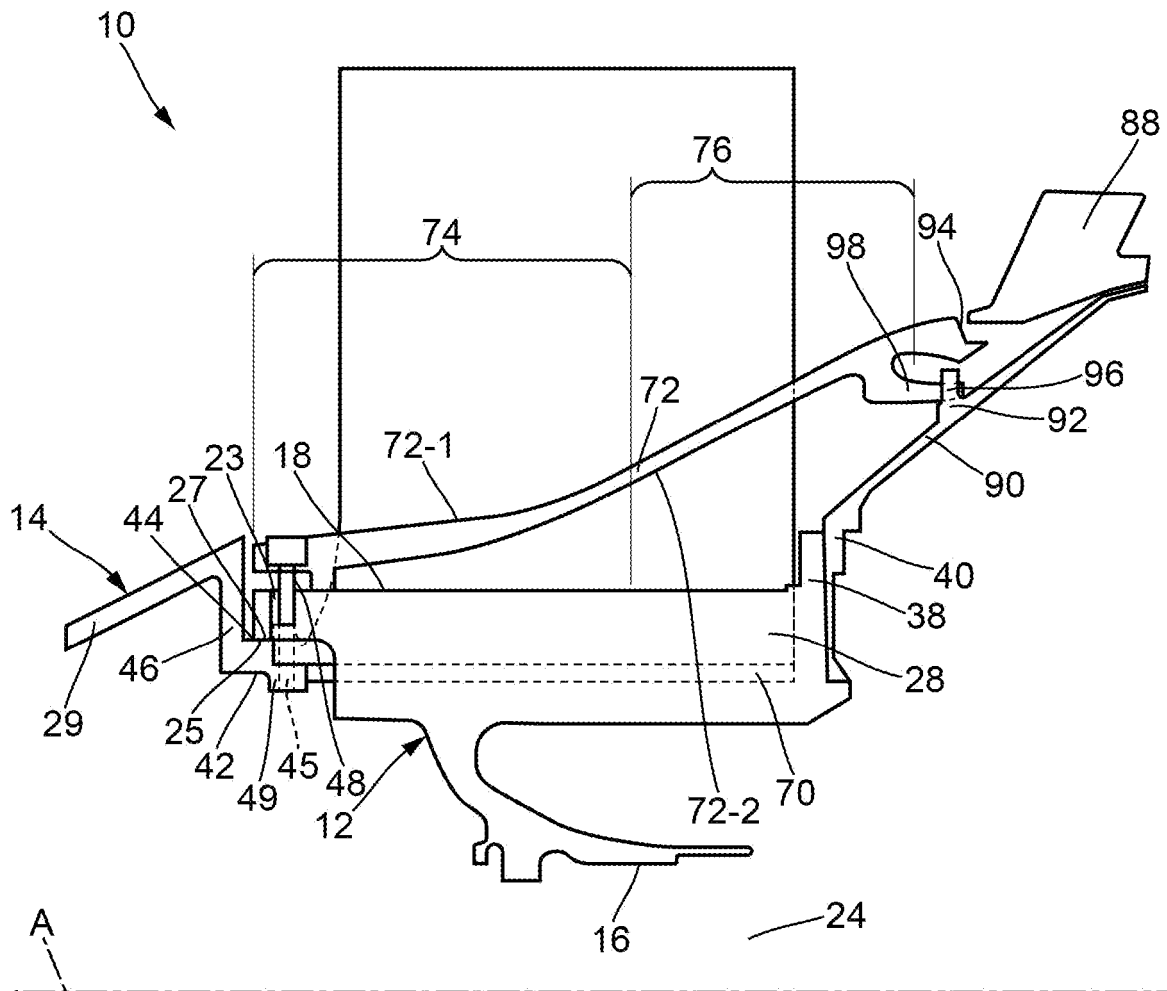
[Fig. 6]



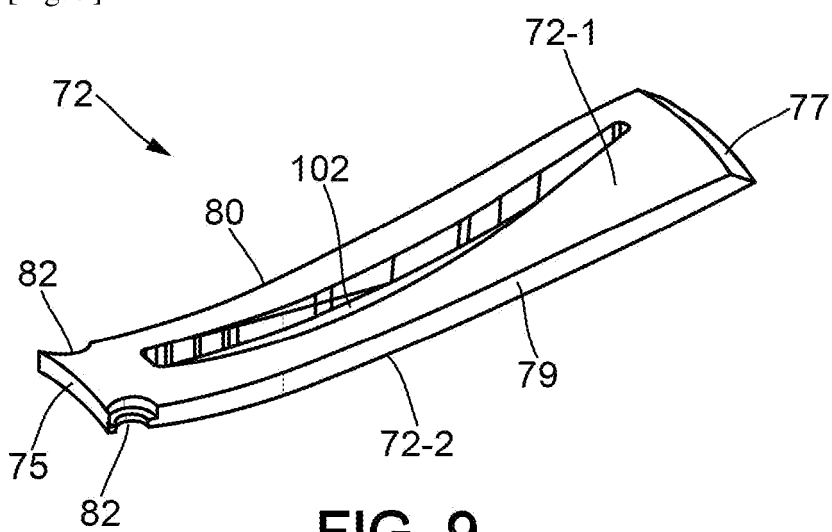
[Fig. 7]



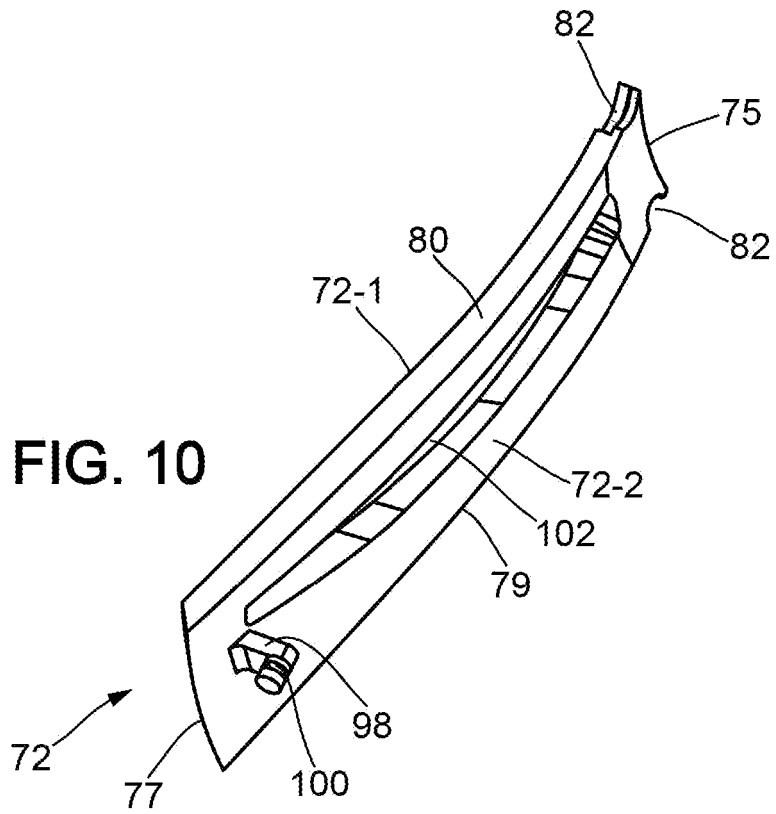
[Fig. 8]

**FIG. 8**

[Fig. 9]

**FIG. 9**

[Fig. 10]



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**

EP 1 462 664 A2 (GEN ELECTRIC [US])
29 septembre 2004 (2004-09-29)

US 9 376 926 B2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP
[US]) 28 juin 2016 (2016-06-28)

EP 0 068 923 B1 (SNECMA [FR])
7 août 1985 (1985-08-07)

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

NEANT

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

NEANT