(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 099 521***

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **19 08604**

(51) Int Cl[8] : ***F 01 D 5/14*** *(2019.01), F 01 D 7/02, 17/14*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 29.07.19.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 05.02.21 Bulletin 21/05.

(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* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** CUVILLIER Romain Guillaume et BORDONI Nils Edouard Romain.

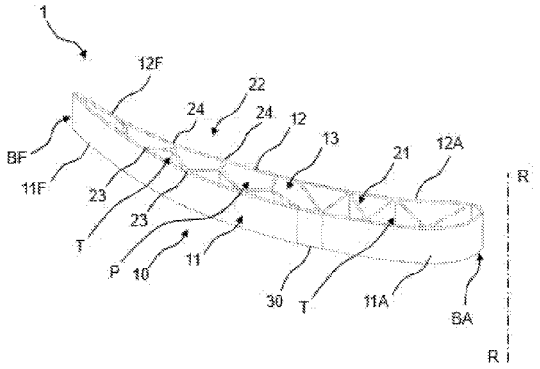
(73) **Titulaire(s) :** SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société par actions simplifiée.

(74) **Mandataire(s) :** ARGYMA.

(54) Aube de soufflante et procédé de réglage de la cambrure d'une telle aube.

(57) Une aube (1) de soufflante pour un turbomoteur, ladite aube (1) comprenant une profil aérodynamique (10), s'étendant selon un axe radial entre un pied et une tête, le profil aérodynamique (10) comprenant un bord d'attaque (BA) et un bord de fuite (BF) ainsi qu'une première paroi (11) et une deuxième paroi (12) reliant chacune le bord d'attaque (BA) au bord de fuite (BF) de manière à définir une enveloppe à profil cambré, l'enveloppe définissant une cavité interne (13) dans laquelle est montée au moins une structure interne (21) reliant la première paroi (11) et la deuxième paroi (12). La première paroi (11) comporte successivement, du bord d'attaque (BA) au bord de fuite (BF), une portion d'attaque (11A), l'actionneur (30) et une portion de fuite (11B), la portion de fuite (11B) de la première paroi (11) étant reliée à une structure interne de fuite souple (22) de manière à modifier la cambrure du profil aérodynamique (10).

Figure de l'abrégé : Figure 3



FR 3 099 521 - A1

Description

Titre de l'invention : Aube de soufflante et procédé de réglage de la cambrure d'une telle aube

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le domaine des turbomoteurs multi-flux et, plus particulièrement, une aube de soufflante et un procédé de réglage de la cambrure d'une telle aube.

[0002] Comme illustré à la figure 1, un turbomoteur 100 s'étend longitudinalement selon un axe X et permet de déplacer l'aéronef à partir d'un flux d'air F entrant dans le turbomoteur 100 et circulant d'amont en aval. Le turbomoteur 100 comprend une soufflante amont 102, une virole intérieure 103 et une virole extérieure 104 à travers lesquelles circule le flux d'air.

[0003] La soufflante 102 comprend une pluralité d'aubes radiales et est entrainée en rotation autour de l'axe X du turbomoteur 100 afin d'aspirer un flux d'air F qui est séparé par la virole intérieure 103 entre un premier flux d'air d'entrainement du turbomoteur 100, dit flux primaire P, et un deuxième flux d'air de poussée, dit flux secondaire S. La virole intérieure 103 s'étend sensiblement selon l'axe X du turbomoteur 100 et la virole extérieure 104 s'étend à l'extérieur de la virole intérieure 103. Le flux d'air primaire P s'étend intérieurement à la virole intérieure 103 tandis que le flux secondaire S s'étend extérieurement à la virole intérieure 103. Le flux primaire P traverse un compresseur basse pression 105 et un compresseur haute pression 106, une chambre de combustion, une turbine haute-pression, une turbine basse-pression et sort du turbomoteur 100 par une tuyère 107.

[0004] De manière classique, pour garantir l'opérabilité du turbomoteur, autrement dit sa capacité à démarrer, accélérer, maintenir une vitesse stable, décélérer et s'arrêter, différentes variables peuvent être réglées. Ces variables peuvent notamment être des modifications géométriques ou des caractéristiques de composants du turbomoteur qui sont réalisées par des organes, telles que des vannes des compresseurs haute et basse pression.

[0005] Afin d'augmenter le rendement propulsif du turbomoteur, notamment lors des phases de croisière, il est aujourd'hui connu d'augmenter le taux de dilution du turbomoteur, également désigné BPR pour ByPass Ratio en langue anglaise. Un tel taux correspond au rapport entre le débit massique du flux secondaire S et le débit massique du flux primaire P. Lorsque le rapport BPR est élevé, la vitesse d'éjection du flux secondaire est faible et il est difficile de garantir l'opérabilité d'une telle soufflante à bas régime avec une même forme aérodynamique tout en optimisant les performances pour le

régime de croisière.

[0006] Dans ce but, il a été proposé de monter les aubes de la soufflante 102 mobile en rotation autour d'un axe radial afin de modifier l'orientation angulaire de ces dernières selon les phases de vol et ainsi de modifier le débit des flux. Cependant, une telle solution nécessite un mécanisme de rotation de chaque aube qui est lourd et encombrant, ce qui limite les performances du turbomoteur. Une telle limitation des performances annule alors tout ou partie des gains de performance engendrés par le réglage de la position angulaire des aubes, ce qui limite l'efficacité d'une telle solution.

[0007] Selon une autre solution connue, il a été proposé une tuyère dont la section est variable afin de régler le débit et/ou la section du flux primaire P et/ou du flux secondaire S. Cependant, une telle solution nécessite là encore un mécanisme lourd et encombrant présentant les inconvénients cités précédemment.

[0008] Il existe donc un besoin pour un turbomoteur permettant de résoudre au moins certains de ces inconvénients.

[0009] On connait dans l'art antérieur le document EP1612373 qui présente une aube de soufflante comportant un organe à mémoire de forme de manière à modifier la forme de l'aube. En pratique, une telle aube ne permet de ne modifier que la forme de manière locale au voisinage de l'organe à mémoire de forme, ce qui présente un inconvénient. Pour obtenir une forme optimale, il est nécessaire d'équiper l'aube entièrement d'organes de mémoire de forme, ce qui augmente son coût de fabrication.

Exposé de l'invention

[0010] A cet effet, l'invention concerne une aube de soufflante pour un turbomoteur, de préférence d'un aéronef, ladite aube comprenant un pied, une tête et un profil aérodynamique, s'étendant sensiblement selon un axe entre le pied et la tête, le profil aérodynamique comprenant un bord d'attaque et un bord de fuite ainsi qu'une première paroi et une deuxième paroi reliant chacune le bord d'attaque au bord de fuite de manière à définir une enveloppe à profil cambré, l'enveloppe définissant une cavité interne dans laquelle est montée au moins une structure interne reliant la première paroi et la deuxième paroi, la première paroi ayant une longueur définie du bord d'attaque au bord de fuite dans un plan transversal à l'axe, la première paroi comportant au moins un actionneur commandable configuré pour évoluer entre un premier état raccourci dans lequel la première paroi possède une première longueur et un deuxième état allongé dans lequel la première paroi possède une deuxième longueur, supérieure à la première longueur, de manière à modifier la cambrure du profil aérodynamique.

[0011] L'invention est remarquable en ce que la première paroi comporte successivement, du bord d'attaque au bord de fuite, une portion d'attaque, l'actionneur et une portion de

fuite. La portion de fuite de la première paroi est reliée à une structure interne de fuite comportant une pluralité de premiers points de fixation à la deuxième paroi qui sont configurés pour pivoter par rapport à la deuxième paroi de manière à permettre une déformation et modifier la cambrure du profil aérodynamique.

[0012] Grâce à l'aube selon l'invention, il est possible d'optimiser le rendement propulsif d'un turbomoteur par modification de la cambrure des profil aérodynamiques de la soufflante. Une telle modification de la cambrure est aisée à réaliser grâce au réglage de la longueur de la paroi par l'actionneur. De plus, la structure interne permet une modification de la cambrure de proche en proche du fait du pivotement des premiers points de fixation et non locale comme dans l'art antérieur. Le bord de fuite est ainsi modifié de manière optimale par une simple action de l'actionneur. Autrement dit, la structure interne de fuite est déformable.

[0013] De manière préférée, la portion d'attaque de la première paroi est reliée à une structure interne d'attaque rigide. Cela permet avantageusement de ne pas affecter le bord d'attaque qui conserve ainsi, en toute circonstance, une forme aérodynamique optimale et une résistance mécanique optimale en particulier lors de l'ingestion de débris ou autres par le turbomoteur. La structure rigide participe de manière avantageuse à cette résistance. La structure rigide est indéformable en fonctionnement normal. La structure rigide est solidaire du pied de profil aérodynamique qui est fixe dans le repère tournant de la soufflante. En effet, le pied est fixé, de préférence encastré, dans le disque de la soufflante. Ainsi, la structure interne rigide de l'aube permet de former une référence pour le positionnement. La structure interne déformable de l'aube se déplace par rapport à cette structure interne rigide dont le positionnement est défini et contrôlé.

[0014] De manière préférée, la première paroi est une paroi d'extrados. De manière connue, une parois d'extrados est moins soumise à des dégradations dues par exemple aux impacts de corps étrangers ou de sable. La paroi d'extrados est ainsi protégée par comparaison à la paroi d'intrados. Il est avantageux de positionner l'actionneur dans la paroi d'extrados étant donné que l'actionneur est susceptible de s'endommager en cas d'impacts de corps étrangers ou de sable.

[0015] Avantageusement, l'actionneur peut être du type parmi la liste : piézo-électrique, thermique, en alliage à mémoire de forme, ou en polymère électro-actif.

[0016] De préférence, au moins une structure interne est une structure en treillis fixée à la première paroi et à la deuxième paroi. Ceci permet de limiter la masse d'une telle structure interne tout en permettant une déformation de celle-ci.

[0017] De manière préférée, la structure interne de fuite comporte une pluralité de motifs pentagonaux. De tels motifs pentagonaux permet avantageusement de favoriser un pivotement et une déformation.

[0018] De préférence, la structure interne d'attaque comporte une pluralité de motifs triangulaires, ce qui augmente la rigidité et limite les déformations.

[0019] Selon une forme de réalisation alternative, la deuxième paroi comporte au moins un actionneur commandable configuré pour évoluer entre un premier état raccourci dans lequel la deuxième paroi possède une première longueur et un deuxième état allongé dans lequel la deuxième paroi possède une deuxième longueur, supérieure à la première longueur, de manière à modifier la cambrure du profil aérodynamique. Ceci permet d'augmenter la plage de réglage de la cambrure par l'évolution inverse des deux actionneurs sur les parois.

[0020] Selon un aspect de l'invention, l'aube est réalisée au moins en partie par impression 3D. Ceci permet une fabrication aisée de la structure interne dans la cavité du profil aérodynamique. De plus, ceci permet de limiter le nombre d'éléments de l'aube et donc le nombre d'opération d'assemblage. De manière alternative, l'aube pourrait être réalisée par un procédé de formage superplastique (SPF SuperPlastic Forming) en particulier à liaison par diffusion (DB Diffusion Bonding).

[0021] L'invention vise également une soufflante pour un turbomoteur, ladite soufflante comprenant une pluralité d'aubes telles que décrites précédemment.

[0022] L'invention vise en outre un turbomoteur, de préférence d'aéronef, comprenant une soufflante telle que décrite précédemment.

[0023] L'invention concerne en outre un procédé de réglage de la cambrure du profil aérodynamique d'au moins une aube d'une soufflante d'un turbomoteur tel que présenté précédemment, le turbomoteur étant dans des premières conditions de fonctionnement dans lesquelles l'actionneur est dans un état raccourci, ledit procédé comprenant une étape de basculement de l'actionneur dans l'état allongé de manière à modifier la longueur de la première paroi et ainsi la cambrure du profil aérodynamique lors de la détection de deuxièmes conditions de fonctionnement du turbomoteur.

Brève description des dessins

[0024] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et se référant aux dessins annexés sur lesquels :

[0025] [fig.1] est une vue schématique d'un turbomoteur selon l'art antérieur (décrit précédemment),

[0026] [fig.2] est une vue schématique d'une forme de réalisation d'une aube de soufflante selon l'invention s'étendant radialement selon un axe R,

[0027] [fig.3] est une vue partielle de l'aube de la figure 2,

[0028] [fig.4] est une vue en coupe de l'aube de la figure 2 dans un plan transversal à l'axe R,

[0029] [fig.5] est une vue en coupe du profil de l'aube de la figure 2 dans un plan transversal

à l'axe R lors d'un réglage de la cambrure,

[0030] [fig.6] et

[0031] [fig.7] sont différentes vues en coupe du profil de l'aube de la figure 2 en fonction des conditions de fonctionnement du turbomoteur.

[0032] Il faut noter que les figures exposent l'invention de manière détaillée pour mettre en œuvre l'invention, lesdites figures pouvant bien entendu servir à mieux définir l'invention le cas échéant.

Description des modes de réalisation

[0033] En référence à la figure 2, il est représenté une aube 1 de soufflante d'un turbomoteur notamment pour un aéronef. L'invention est présentée pour une soufflante carénée d'un turboréacteur mais elle s'applique aussi bien à une soufflante non carénée d'un turbopropulseur.

[0034] Un turbomoteur s'étend longitudinalement et permet de déplacer l'aéronef à partir d'un flux d'air entrant dans le turbomoteur et circulant d'amont en aval. Les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport à l'axe selon lequel s'étend le turbomoteur et orienté d'amont en aval. De manière connue, le turbomoteur comprend une soufflante amont, une virole intérieure et une virole extérieure.

[0035] La soufflante est entrainée en rotation autour de l'axe du turbomoteur afin d'aspirer un flux d'air qui est séparé par la virole intérieure entre un premier flux d'air d'entrainement du turbomoteur, dit flux primaire, et un deuxième flux d'air de poussée, dit flux secondaire. La virole intérieure s'étend sensiblement selon l'axe du turbomoteur et la virole extérieure s'étend à l'extérieur de la virole intérieure. Le flux d'air primaire s'étend intérieurement à la virole intérieure tandis que le flux secondaire s'étend extérieurement à la virole intérieure. Le flux primaire traverse un compresseur basse pression et un compresseur haute pression, une chambre de combustion, une turbine haute-pression, une turbine basse-pression et sort du turbomoteur par une tuyère.

[0036] La soufflante comprend un arbre (non représenté) s'étendant longitudinalement et une pluralité d'aubes 1 s'étendant radialement dudit arbre. L'arbre s'étend selon l'axe du turbomoteur et est solidaire en rotation du compresseur basse pression et de la turbine basse-pression. Lors de la rotation de l'arbre, les aubes 1 sont entraînées en rotation et entrainent le flux d'air d'amont vers l'aval dans le turbomoteur.

[0037] Toujours en référence à la figure 2, l'aube 1 s'étend sensiblement selon un axe radial R et comprend un pied 1A, une tête 1B et une profil aérodynamique 10. Le pied 1A est placé au niveau d'une extrémité proximale du profil aérodynamique 10 et est configuré pour être fixé sur l'arbre de la soufflante. La tête 1B est placée au niveau d'une extrémité distale du profil aérodynamique 10. De manière connue, la tête 1B est

formée par l'extrémité libre du profil aérodynamique 10. Le profil aérodynamique 10 s'étend longitudinalement, sensiblement selon l'axe radial R entre le pied 1A et la tête 1B. De manière préférée, le profil aérodynamique 10 s'étend longitudinalement selon une direction incurvée.

[0038] Le profil aérodynamique 10 présente, dans un plan orthogonal à l'axe radial R, un profil cambré illustré sur les figures 3 à 7. Un tel profil cambré définit une surface d'extrados du côté de la cambrure et une surface d'intrados du côté opposé à la cambrure. Le profil aérodynamique 10 s'étend longitudinalement entre un bord d'attaque BA et un bord de fuite BF.

[0039] Comme illustré à la figure 3, le profil aérodynamique 10 comprend deux parois 11, 12 s'étendant chacune entre le bord d'attaque BA et le bord de fuite BF de manière à définir une enveloppe comprenant une cavité 13 à l'intérieur du profil aérodynamique 10.

[0040] Dans cet exemple, la première paroi 11 est la paroi d'extrados et la deuxième paroi 12 est la paroi d'intrados mais il va de soi que l'inverse pourrait également être envisagé. Aussi, le profil aérodynamique 10 présente une forme cambrée définissant, parmi les deux parois, une première paroi 11 dite d'extrados placée du côté de la cambrure, et une deuxième paroi 12 dite d'intrados placée du côté opposé à la cambrure. Chacune des parois 11, 12 comprend une surface interne orientée vers la cavité 13 du profil aérodynamique 10 et une surface externe orientée vers l'extérieur du profil aérodynamique 10.

[0041] Chacune des parois 11, 12 comprend une portion d'attaque 11A, 12A placée du côté du bord d'attaque BA et une portion de fuite 11F, 12F placée du côté du bord de fuite BF. Dans l'exemple illustré sur les figures, la première paroi 11 comporte successivement, du bord d'attaque BA au bord de fuite BF, une portion d'attaque 11A, un actionneur 30 et une portion de fuite 11B. Un tel actionneur 30 est configuré pour modifier la longueur de la première paroi 11 comme cela sera décrit par la suite.

[0042] De manière préférée, les parois 11, 12 sont jointes au niveau du bord de fuite BF. Cependant, il va de soi que les parois 11, 12 pourraient être disjointes au niveau du bord de fuite BF.

[0043] Comme illustré sur la figure 3, l'aube 1 comprend en outre des structures internes 21, 22 qui relient les portions de la première paroi 11 aux portions de la deuxième paroi 12.

[0044] Il est illustré sur les figues 3 et 5 les structures internes 21, 22 de l'aube 1. De telles structures internes 21, 22 sont montées dans la cavité 13 du profil aérodynamique 10 de l'aube 1 afin de notamment relier les parois 11, 12.

[0045] Dans cette forme de réalisation, en référence à la figure 4, l'aube 1 comprend une structure interne rigide 21 et une structure interne déformable 22. Néanmoins, il va de

soi que le nombre de structures internes pourrait être différent.

[0046] La structure interne rigide 21 est montée au voisinage du bord d'attaque BA du profil aérodynamique 10 afin de prévenir toute déformation de celle-ci lors de la rotation de l'aube 1. La structure interne rigide 21 est également désignée structure interne d'attaque. Plus particulièrement, la structure interne rigide 21 est montée entre la portion d'attaque 11A de la première paroi 11 et la portion d'attaque 12A de la deuxième paroi 12. Ceci permet d'optimiser le comportement de l'aube 1 avec le flux d'air F au niveau du bord d'attaque BA.

[0047] La structure interne déformable 22 est montée au voisinage du bord de fuite BF du profil aérodynamique 10 afin de permettre une déformation des parois 11, 12 au niveau du bord de fuite BF. La structure interne déformable 22 est également désignée structure interne de fuite. Plus particulièrement, la structure interne déformable 22 est montée entre la portion de fuite 11F de la première paroi 11 et la portion de fuite 12F de la deuxième paroi 12. Ceci permet de régler la cambrure de l'aube 1 au niveau du bord de fuite BF selon les conditions de fonctionnement du turbomoteur comme cela sera décrit par la suite.

[0048] De manière préférée, la rigidité de la structure interne déformable 22 est déterminée en fonction de la rigidité en flexion des portions de fuite 11F et 12F, afin que celles-ci puissent imposer une continuité de courbure par leur rigidité en flexion. La continuité de courbure est donc assurée, d'une part, par la rigidité en flexion des portions de fuite 11F et 12F et, d'autre part, par la forme et la rigidité de la structure interne déformable 22. De manière préférée, il existe un équilibre entre ces deux efforts (efforts ayant le même ordre de grandeur).

[0049] Autrement dit, selon l'invention, on privilégie une déformation au niveau du bord de fuite BF de l'aube pour permettre de modifier sa cambrure, c'est-à-dire, de la partie aval de l'aube qui comporte le bord de fuite BF. Cela permet avantageusement de ne pas affecter le bord d'attaque BA qui conserve ainsi, en toute circonstance, une forme aérodynamique optimale et une résistance mécanique optimale en particulier lors de l'ingestion de débris ou autres par le turbomoteur. La structure rigide 21 participe de manière avantageuse à cette résistance mécanique.

[0050] Selon une première forme de réalisation de l'aube 1 selon l'invention, la structure interne rigide 21 et la structure interne déformable 22 sont réalisées en différents matériaux présentant chacun une rigidité différente afin que les deux structures internes 21, 22 présentent une rigidité différente.

[0051] Selon une deuxième forme de réalisation de l'aube 1 selon l'invention, la structure interne rigide 21 et la structure interne déformable 22 sont réalisées dans un même matériaux et la différence de rigidité est obtenue grâce à une différence d'épaisseur de la structure.

[0052] A titre d'exemple, la structure interne rigide 21 et la structure interne déformable 22 présentent chacune une forme en treillis comme illustrée sur les figures 3 et 4. Autrement dit, elles comprennent une pluralité de raidisseurs s'étendant entre la première paroi 11 et la deuxième paroi 12. De préférence, les raidisseurs se présentent sous la forme d'organes élémentaires. Une telle structure en treillis présente ainsi une masse limitée. De manière préférée, la structure interne rigide 21 présente une forme en treillis comprenant une pluralité de motifs triangulaires T, ce qui lui assure une grande rigidité. Au contraire, la structure interne déformable 22 présente des points de pivotement de manière à permettre une déformation du motif du treillis. De manière préférée, un point de pivotement est obtenue par réalisation d'une portion souple dans une branche du treillis (section réduite, etc.). De manière préférée, la structure interne déformable 22 possède une forme en treillis comportant des motifs pentagonaux P. De tels motifs pentagonaux P sont adaptés pour permettre une déformation de proche en proche, c'est-à-dire, d'un pentagone à un autre.

[0053] Selon la forme de réalisation représentée sur la figure 4, chaque raidisseur de la structure interne rigide 21 comprend un point de rigidification à la première paroi 11 et un point de rigidification à la deuxième paroi 12. Dans cet exemple, les raidisseurs sont organisés pour former des V et former un treillis comportant des motifs de forme sensiblement triangulaire T. Autrement dit, deux raidisseurs adjacents présentent un même point de rigidification soit à la première paroi 11 soit à la deuxième paroi 12. Une telle forme de la structure interne rigide 21 permet de maintenir fixe l'écartement entre les parois 11, 12.

[0054] De préférence, la structure interne déformable 22 comporte une pluralité de premiers points de fixation 24 à la deuxième paroi 12, qui sont configurés pour pivoter par rapport à la deuxième paroi 12, et une pluralité de deuxièmes points de fixation 23 à la première paroi 11, qui sont configurés pour pivoter par rapport à la première paroi 11, de manière à permettre une déformation. Dans cet exemple, en référence à la figure 5, chaque raidisseur de la structure interne déformable 22 comprend deux deuxièmes points de fixation 23 à la première paroi 11 et un premier point de fixation 24 à la deuxième paroi 12. Autrement dit, chaque raidisseur présente une forme en Y de manière à former un treillis comportant des motifs de forme sensiblement pentagonale P et des motifs de forme triangulaire T. En référence à la figure 5, chaque raidisseur en Y comporte un point de jonction 25 des branches du Y. Avantageusement, deux raidisseurs adjacents présentent un même deuxième point de fixation 23 à la première paroi 11. Une telle forme en Y de la structure interne déformable 22 permet de transformer un mouvement de translation de la première paroi 11, et donc des deuxièmes points de fixation 23 des raidisseurs à la première paroi 11, en mouvement de rotation au niveau des premiers points de fixation 24 des raidisseurs à la deuxième

paroi 12 afin de modifier la cambrure de l'aube 1. Ainsi, les premiers points de fixation 24 à la deuxième paroi 12 forment des points de pivotement permettant une déformation. De même, le point de jonction 25 des branches du Y permet également, du fait de sa souplesse, de modifier l'orientation des branches du Y lors d'une déformation. De manière avantageuse, la forme en Y permet d'assurer une translation relative entre les parois 11, 12 lors d'un tel réglage de la cambrure. De manière avantageuse, un motif pentagonal P est plus susceptible de se déformer qu'un motif triangulaire T.

[0055] Par la suite, on définit la longueur de la première paroi 11 comme la distance longitudinale définie du bord d'attaque BA au bord de fuite BF dans un plan transversal à l'axe R. Comme illustré à la figure 4, la longueur suit le profil incurvé de la première paroi 11.

[0056] L'actionneur 30 est configuré pour modifier la longueur de la première paroi 11 afin de modifier la cambrure du profil aérodynamique 10 suite à la réception d'une commande. A cet effet, l'actionneur 30 est commandable.

[0057] Comme illustré sur les figures 2 à 7, la première paroi 11 comprend l'actionneur 30. Plus particulièrement, l'actionneur 30 est monté entre la portion d'attaque 11A et la portion de fuite 11F de la première paroi 11. L'actionneur 30 s'étend ainsi dans la continuité de la surface de la première paroi 11 de l'aube 1 afin de ne pas perturber l'écoulement du flux d'air F. L'actionneur 30 est configuré pour modifier la longueur de la première paroi 11 et, par voie de conséquence, de modifier la cambrure de l'aube 1 du fait de la déformation de la structure interne de fuite 22.

[0058] Selon l'invention, l'actionneur commandable 30 est configuré pour évoluer entre un premier état raccourci ER (Figure 6) dans lequel la première paroi 11 possède une première longueur et un deuxième état allongé EA (Figure 7) dans lequel la première paroi 11 possède une deuxième longueur, supérieure à la première longueur, de manière à modifier la cambrure du profil aérodynamique 10. Selon un aspect préféré, la longueur de l'actionneur 30 à l'état raccourci ER est inférieure à la longueur de l'actionneur 30 à l'état allongé EA de 1 à 7%.

[0059] Un tel actionneur 30 peut notamment être de type piézo-électrique, thermique, en alliage à mémoire de forme ou en polymère électro-actif.

[0060] De manière préférée, l'actionneur 30 est alimenté en énergie électrique, afin de régler sa longueur. Dans cet exemple, l'actionneur 30 est commandé par un calculateur du turbomoteur de manière à modifier la cambrure de l'aube 1 et ainsi de modifier son comportement aérodynamique. La géométrie de l'aube 1 peut ainsi être réglée selon les conditions de fonctionnement (CF1, CF2) du turbomoteur (bas régime, vol, décollage, etc.), par exemple à partir de lois programmées basées sur certains paramètres de fonctionnement du turbomoteur.

[0061] Grâce à l'invention, l'opérabilité d'un turbomoteur ayant un fort taux de dilution, désigné BPR pour ByPass Ratio en langue anglaise, est assurée.

[0062] De manière alternative, l'actionneur 30 pourrait comprendre un capteur, notamment un capteur de flottement, configuré pour déterminer les conditions de fonctionnement de l'aube. Ainsi, un tel actionneur 30 est autonome et aucune connexion avec le reste du turbomoteur n'est nécessaire, ce qui rend aisé le montage d'un tel actionneur 30.

[0063] Il a été présenté une paroi d'extrados 11 comprenant un actionneur 30 configuré pour modifier la longueur de la paroi d'extrados 11. Cependant, la paroi d'intrados 12 pourrait alternativement comprendre l'actionneur 30 qui serait alors configuré pour modifier la longueur de la paroi d'intrados 12. Etant donné que la paroi d'intrados 12 est plus sujette aux agressions, l'intégration d'un actionneur 30 dans la paroi d'extrados 11 est préférée.

[0064] De même, il a été présenté une aube 1 comprenant un unique actionneur 30. Cependant, l'aube 1 pourrait comprendre deux actionneurs 30 : la première paroi 11 comprenant un actionneur 30 et la deuxième paroi 12 comprenant un autre actionneur 30, les deux actionneurs 30 étant configuré pour fonctionner de manière inversée pour modifier la cambrure du profil aérodynamique 10. Une telle solution est avantageuse lorsqu'un actionneur individuel ne permet pas un grand déplacement, notamment, du fait de limitations technologiques. Autrement dit, lorsque l'un des actionneurs 30 s'allonge, l'autre se raccourcit. Ceci permet une plage plus importante de réglage de la cambrure du profil aérodynamique 10. De même, il va de soi qu'une même paroi pourrait comprendre plus d'un actionneur 30 afin de permet de définir une cambrure particulière.

[0065] Selon un aspect de l'invention, l'aube 1 est fabriquée au moins en partie par impression 3D. En particulier, le profil aérodynamique 10 et les structures internes 21, 22 peuvent être réalisées de manière monobloc lors d'une étape d'impression 3D. Ceci est particulièrement avantageux lorsque la structure interne rigide 21 et la structure interne déformable 22 sont réalisées dans un même matériau. En effet, les différences d'épaisseur peuvent aisément être obtenues par impression 3D afin d'obtenir des rigidités différentes pour les deux structures internes 21, 22. L'actionneur 30 peut être fixé sur l'aube 1 après l'étape d'impression 3D, notamment par collage, rivetage ou tout autre moyen de fixation adapté. De manière alternative, l'aube pourrait être réalisée par un procédé de formage superplastique (SPF SuperPlastic Forming) en particulier à liaison par diffusion (DB Diffusion Bonding).

[0066] Il va maintenant être décrit le procédé d'utilisation d'un turbomoteur selon l'invention.

[0067] Tout d'abord, le turbomoteur est dans des premières conditions de fonctionnement CF1, notamment pendant le décollage de l'aéronef. L'actionneur 30 est alors en état

raccourci ER et l'aube 1 présente une cambrure faible comme illustré sur la figure 6.

[0068] Puis, les conditions de fonctionnement CF2 changent, notamment lorsque l'aéronef bascule en un mode de fonctionnement dit de croisière dans laquelle la vitesse et la hauteur de déplacement de l'aéronef sont constants.

[0069] Afin de garder une position optimale de la soufflante dans le champ aérodynamique lors du régime de croisière, le calculateur commande le basculement de l'actionneur 30 de chaque aube 1 de la soufflante à l'état allongé EA.

[0070] La longueur de l'actionneur 30 et ainsi que la longueur de la première paroi 11 augmentent. La rigidité de la structure interne rigide 21 permet à l'actionneur 30 de transmettre un mouvement de translation à la structure interne déformable 22 qui est déplacée vers le bord de fuite BF et se déforme comme illustré sur la figure 7. Ce mouvement est transmis entre les deuxièmes points de fixation 23 de la structure interne déformable 22 à la première paroi 11 comme illustré à la figure 5.

[0071] Une partie du mouvement de translation d'un deuxième point de fixation 23 est convertie en rotation du deuxième point de fixation 23 adjacent de la structure interne déformable 22 à la première paroi 11 afin de modifier la cambrure de l'aube 1. De manière avantageuse, les déformations se propagent de proche en proche, de manière avantageuse du fait des motifs pentagonaux P pour entrainer un pivotement des premiers points de fixation 24 par rapport à la deuxième paroi 12. La direction du mouvement de translation de chaque deuxième point de fixation 23 est décalée angulairement et la norme des vecteurs de translation diminue d'un point de vue local comme illustré sur la figure 5. En effet, le déplacement relatif de la paroi d'intrados 12 par rapport à la paroi d'extrados 11 diminue lorsque l'on se rapproche du bord de fuite BF étant donné qu'il est converti en une modification de la courbure de l'aube. D'un point de vue global, le déplacement est de plus important en allant vers le bord de fuite BF.

[0072] Grâce à l'aube 1 selon l'invention, sa cambrure peut aisément être réglée afin de s'adapter à l'état de fonctionnement du turbomoteur. De plus, l'encombrement de l'aube 1 est analogue à celui d'une aube classique et sa masse est limitée, ce qui optimise l'efficacité du fonctionnement du turbomoteur.

Revendications

[Revendication 1] Aube (1) de soufflante pour un turbomoteur, de préférence d'un aéronef, ladite aube (1) comprenant un pied (1A), une tête (1B) et un profil aérodynamique (10), s'étendant sensiblement selon un axe R entre le pied (1A) et la tête (1B), le profil aérodynamique (10) comprenant un bord d'attaque (BA) et un bord de fuite (BF) ainsi qu'une première paroi (11) et une deuxième paroi (12) reliant chacune le bord d'attaque (BA) au bord de fuite (BF) de manière à définir une enveloppe à profil cambré, l'enveloppe définissant une cavité interne (13) dans laquelle est montée au moins une structure interne (21, 22) reliant la première paroi (11) et la deuxième paroi (12), la première paroi (11) ayant une longueur définie du bord d'attaque (BA) au bord de fuite (BF) dans un plan transversal à l'axe R, la première paroi (11) comportant au moins un actionneur (30) commandable configuré pour évoluer entre un premier état raccourci (ER) dans lequel la première paroi (11) possède une première longueur et un deuxième état allongé (EA) dans lequel la première paroi (11) possède une deuxième longueur, supérieure à la première longueur, de manière à modifier la cambrure du profil aérodynamique (10), aube (1) caractérisée en ce que la première paroi (11) comporte successivement, du bord d'attaque (BA) au bord de fuite (BF), une portion d'attaque (11A), l'actionneur (30) et une portion de fuite (11B), la portion de fuite (11B) de la première paroi (11) étant reliée à une structure interne de fuite (22) comportant une pluralité de premiers points de fixation (24) à la deuxième paroi (12) qui sont configurés pour pivoter par rapport à la deuxième paroi (12) de manière à permettre une déformation et modifier la cambrure du profil aérodynamique (10).

[Revendication 2] Aube (1) selon la revendication précédente, dans laquelle la portion d'attaque (11A) de la première paroi (11) est reliée à une structure interne d'attaque rigide (21).

[Revendication 3] Aube (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la première paroi (11) est une paroi d'extrados.

[Revendication 4] Aube (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'actionneur (30) peut être du type parmi la liste : piézo-électrique, thermique, en alliage à mémoire de forme ou en polymère électro-actif.

[Revendication 5] Aube (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle au moins une structure interne (21, 22) est une structure en treillis fixée à la première et à la deuxième parois (11, 12).

[Revendication 6] Aube (1) selon la revendication 5, dans laquelle la structure interne de fuite (22) comporte une pluralité de motifs pentagonaux.

[Revendication 7] Aube (1) selon l'une des revendications 5 et 6, dans laquelle la structure interne d'attaque (21) comporte une pluralité de motifs triangulaires.

[Revendication 8] Aube (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la deuxième paroi (12) comporte au moins un actionneur commandable configuré pour évoluer entre un premier état raccourci dans lequel la deuxième paroi (12) possède une première longueur et un deuxième état allongé dans lequel la deuxième paroi (12) possède une deuxième longueur, supérieure à la première longueur, de manière à modifier la cambrure du profil aérodynamique (10).

[Revendication 9] Soufflante pour un turbomoteur, ladite soufflante comprenant une pluralité d'aubes (1) selon l'une des revendications précédentes.

[Revendication 10] Turbomoteur, de préférence d'aéronef, comprenant une soufflante selon la revendication précédente.

[Revendication 11] Procédé de réglage de la cambrure du profil aérodynamique (10) d'au moins une aube (1) d'une soufflante d'un turbomoteur selon la revendication 10, le turbomoteur étant dans des premières conditions de fonctionnement (CF1) dans lesquelles l'actionneur (30) est dans un état raccourci (ER), ledit procédé comprenant :

- une étape de basculement de l'actionneur (30) dans l'état allongé (EA) de manière à modifier la longueur de la première paroi (11) et ainsi la cambrure du profil aérodynamique (10) lors de la détection de deuxièmes conditions de fonctionnement (CF2) du turbomoteur.

[Fig. 1]

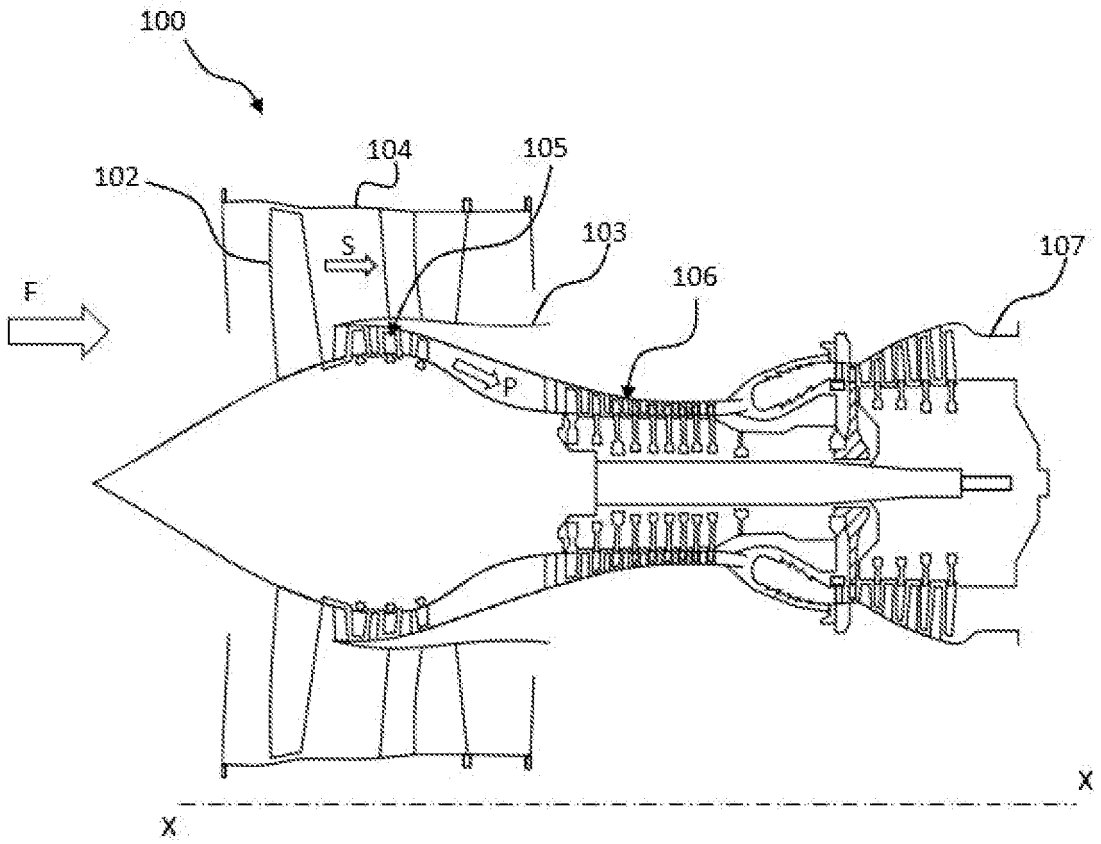


FIGURE 1

[Fig. 2]

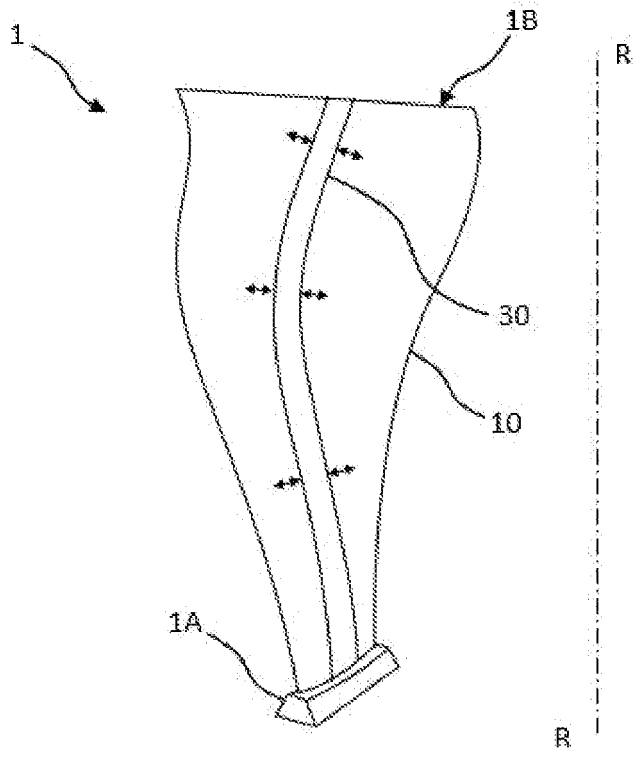


FIGURE 2

[Fig. 3]

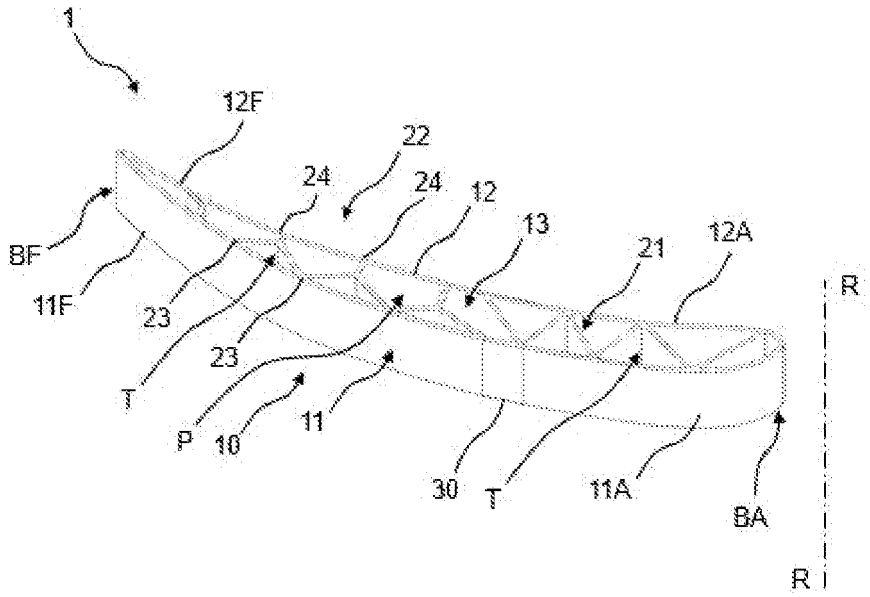


FIGURE 3

[Fig. 4]

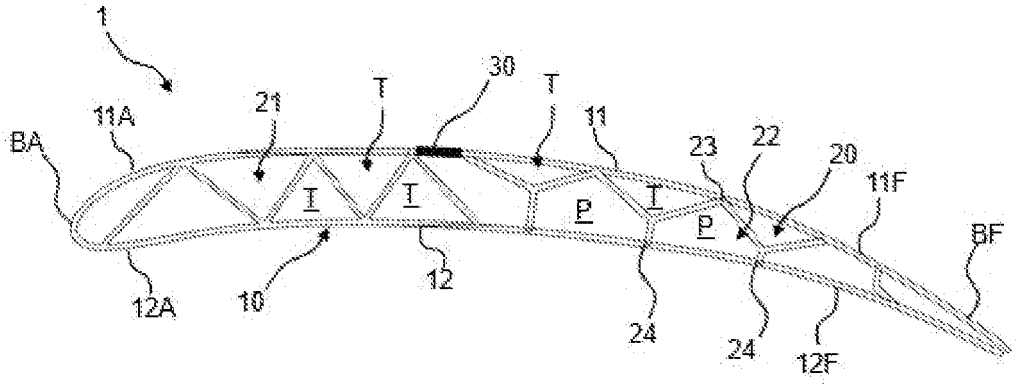


FIGURE 4

[Fig. 5]

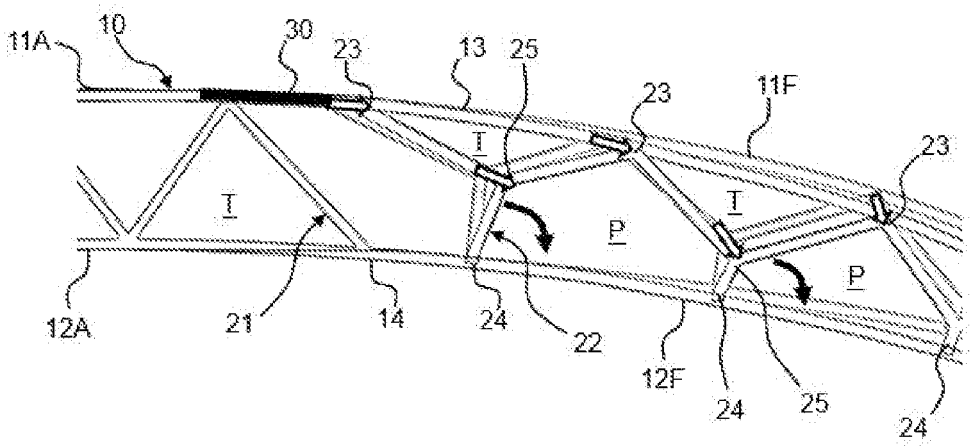


FIGURE 5

[Fig. 6]

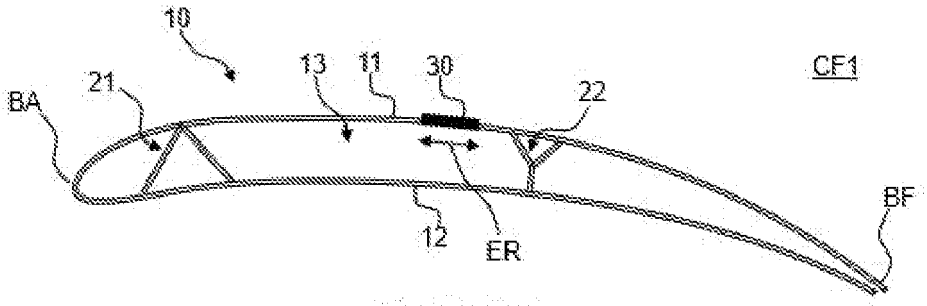


FIGURE 6

[Fig. 7]

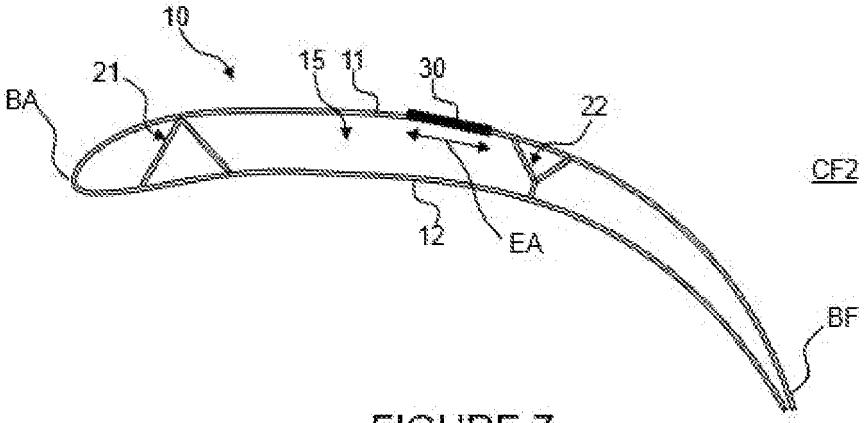


FIGURE 7

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 868680
FR 1908604

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 Y	GB 2 386 884 A (LINSLEY-HOOD RICHARD [GB]) 1 octobre 2003 (2003-10-01) * page 7, ligne 23 - page 26, ligne 12; figures 1-7b * -----	1-3,5, 8-11 4,6,7	F01D5/14 F01D7/02 F01D17/14
Y A	EP 2 267 273 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 29 décembre 2010 (2010-12-29) * colonne 5, alinéa 40 - colonne 6, alinéa 48; figures 5,6 * -----	4 5	
A	DE 23 48 304 A1 (DORNIER SYSTEM GMBH) 27 mars 1975 (1975-03-27) * page 10, alinéa 3 - page 11, alinéa 1; figures 8,9 * -----	5	
A	EP 1 612 373 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 4 janvier 2006 (2006-01-04) * colonne 7, alinéa 49; figure 4 * -----	5	
Y A	CN 104 139 847 B (HARBIN INST TECHNOLOGY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 18 mai 2016 (2016-05-18) * figure 3 * -----	6,7 5	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

F01D
B64F
B64C

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
11 février 2020	Rau, Guido

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet 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

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1908604 FA 868680

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 11-02-2020
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
GB 2386884 A	01-10-2003	AU 2003222590 A1	13-10-2003
		GB 2386884 A	01-10-2003
		WO 03082671 A1	09-10-2003
EP 2267273 A2	29-12-2010	EP 2267273 A2	29-12-2010
		US 2010329878 A1	30-12-2010
DE 2348304 A1	27-03-1975	DE 2348304 A1	27-03-1975
		FR 2272283 A1	19-12-1975
		GB 1468281 A	23-03-1977
		IT 1018966 B	20-10-1977
		US 3954230 A	04-05-1976
EP 1612373 A2	04-01-2006	EP 1612373 A2	04-01-2006
		US 2006018761 A1	26-01-2006
CN 104139847 B	18-05-2016	AUCUN	

EPO FORM P0465