

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

①1 N° de publication : **3 135 701**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **22 04656**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 64 C 23/06 (2022.01), B 64 C 7/00, B 64 D 13/02**

①2

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 AERONEF ET COMPRESSEUR.

②2 Date de dépôt : 17.05.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 24.11.23 Bulletin 23/47.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 12.07.24 Bulletin 24/28.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *SAFRAN SA —FR et INSTITUT
SUPÉRIEUR DE L'AÉRONAUTIQUE ET DE
L'ESPACE Etablissement public national scientifique,
culturel et professionnel — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : AGUIRRE Miguel, Angel, TURNBULL
Andrew, DUPLAA Sébastien et CARBONNEAU
Xavier.

⑦3 Titulaire(s) : SAFRAN SA, INSTITUT SUPÉRIEUR
DE L'AÉRONAUTIQUE ET DE L'ESPACE
Etablissement public national scientifique, culturel et
professionnel.

⑦4 Mandataire(s) : Lecomte & Partners.

FR 3 135 701 - B1



Description

Titre de l'invention : AERONEF ET COMPRESSEUR

Domaine technique

[0001] La présente demande concerne le domaine de l'aéronautique et plus particulièrement l'écoulement de l'air dans des zones de coin entre deux surfaces de guidage de l'air, comme au voisinage de l'emplanture de l'aile sur le fuselage ou aux extrémités d'une aube de turboréacteur.

Art antérieur

[0002] Le flux d'air qui s'écoule le long du fuselage tend à se décoller du fuselage au niveau de la jonction des ailes au fuselage (l'emplanture). Les variations brutales ou anguleuses de géométrie créent à cet endroit des gradients de pressions qui encouragent ce décollement. Un tourbillon en « fer à cheval » vient entourer l'aile.

[0003] Ce tourbillon est à l'origine d'une perte de portance au voisinage du fuselage et une augmentation de la traînée.

[0004] Pour « adoucir » cette géométrie, il est connu de prévoir un carénage de raccordement (ou Karman) entre le fuselage et la voilure.

[0005] Une autre technique connue est de prévoir un trou dans le fuselage en amont de l'aile pour créer une dépression qui recolle le flux d'air au fuselage.

[0006] Enfin, des irrégularités sur le bord d'attaque de l'aile au voisinage de l'emplanture ont démontré leur intérêt. Il s'agit de pièces rapportées sur l'aile et présentant une pointe (« slat tip ») qui crée un tourbillon entre la pointe et le fuselage. Ce tourbillon vise à maintenir l'écoulement « attaché » à l'aile au voisinage du fuselage.

[0007] Ces systèmes présentent des limites car lorsque l'incidence du flux sur l'aile (ou l'assiette de l'avion) est forte, le décollement est inévitable, les gradients de pression étant supérieurs à ce que peuvent supporter les solutions existantes.

[0008] La même problématique se présente dans un compresseur de turbomachine, au niveau de la tête ou du pied d'une aube, à sa jonction avec un support (virole, moyeu, carter, etc.).

Exposé de l'invention

[0009] La présente invention a pour objectif de proposer une conception d'une jonction d'une aile/aube en saillie d'une surface / d'un fuselage, la conception garantissant une faible traînée même à forte incidence.

[0010] L'invention porte sur un aéronef comprenant un fuselage définissant une direction longitudinale et une aile s'étendant depuis le fuselage transversalement à la direction longitudinale, l'aéronef étant remarquable en ce qu'il est pourvu d'une ailette au voisinage de l'emplanture de l'aile sur le fuselage, l'ailette s'étendant depuis le

fuselage sensiblement parallèlement à la corde de l'aile.

- [0011] Une telle ailette crée un tourbillon qui est de sens opposé au tourbillon de base qui se développe naturellement au niveau l'emplanture. Ainsi, contrairement aux solutions existantes, l'amélioration n'est pas ici recherchée du côté de la minimisation du décollement mais vise à rechercher une annulation tourbillonnaire. Le tourbillon naturel qui résulte du décollement est contré par un tourbillon de sens inverse. Cette technique n'est pas impactée par l'incidence de l'aile et son efficacité n'est donc pas détériorée pour les fortes incidences. Le tourbillon contrarotatif est au contraire encouragé par les fortes incidences.
- [0012] L'ailette apporte de la traînée mais la diminution de traînée globale obtenue par l'annulation tourbillonnaire est bien supérieure à la traînée additionnelle rajoutée par la présence de l'ailette.
- [0013] Selon un mode avantageux de l'invention, l'aile comprend un bord d'attaque et l'ailette s'étend depuis le bord d'attaque. Ainsi, le tourbillon de sens contraire se forme au même endroit où le tourbillon naturel commence à se former.
- [0014] Selon un mode avantageux de l'invention, l'aile comprend un extradors et un intrados et l'ailette est disposée au-dessus de l'extrados de l'aile.
- [0015] Selon un mode avantageux de l'invention, l'extrados et l'intrados définissent une épaisseur maximale de l'aile et l'ailette est agencée à une distance de l'extrados comprise entre 1 et 5 fois l'épaisseur maximale.
- [0016] Selon un mode avantageux de l'invention, l'ailette est biseautée en son amont. Cet agencement permet de créer un tourbillon concentré (à la façon des voilures delta).
- [0017] Selon un mode avantageux de l'invention, le biseau s'étend sur 70 à 100% de la longueur de l'ailette.
- [0018] Selon un mode avantageux de l'invention, l'ailette a une largeur maximale comprise entre 5 et 20 cm. Cette valeur correspond à l'épaisseur de la couche limite pour des avions commerciaux. Une ailette plus large serait plus encombrante et/ou plus lourde sans présenter un avantage supplémentaire.
- [0019] Selon un mode avantageux de l'invention, l'ailette a une longueur comprise entre 1 et 10 fois sa largeur. La longueur (approximativement la corde) de l'ailette peut être comprise entre 30% et 100% de la corde de l'aile.
- [0020] Selon un mode avantageux de l'invention, l'avion comprend une ailette secondaire en aval de l'aile.
- [0021] L'invention a également trait à un compresseur de turbomachine comprenant une virole interne ou externe depuis laquelle s'étend une aube, remarquable en ce qu'une ailette est disposée au voisinage de l'emplanture de l'aube sur la virole, l'ailette s'étendant depuis la virole sensiblement parallèlement à la corde de l'aube.
- [0022] De cette façon, un tourbillon est généré par l'ailette en sens opposé au tourbillon

naturel en fer à cheval. Le tourbillon résultant de la présence de l'ailette est d'autant plus grand que l'incidence est importante et l'annulation tourbillonnaire est donc garantie indépendamment de l'incidence. La diminution de traînée par cette annulation tourbillonnaire est bien supérieure à la traînée additionnelle rajoutée par la présence de l'ailette.

[0023] L'invention a également pour avantage d'être simple, légère, économique et adaptable aux avions existants, car elle ne requiert pas de modification substantielle d'une aile ou d'un fuselage standard.

Brève description des dessins

- [0024] [Fig.1] représente un aéronef selon l'invention ;
- [0025] [Fig.2] représente un tourbillon en fer à cheval ;
- [0026] [Fig.3] illustre une vue isométrique d'un tourbillon en aval d'une aile ;
- [0027] [Fig.4] illustre une vue isométrique d'une aile avec une ailette ;
- [0028] [Fig.5] montre une vue agrandie d'une portion de la [Fig.4] ;
- [0029] [Fig.6] montre une alternative, vue en coupe ;
- [0030] [Fig.7] représente le même concept adapté à un stator de compresseur.

Description détaillée

- [0031] Les figures représentent les éléments de manière schématique. Certaines dimensions peuvent être exagérées afin de faciliter la lecture des dessins.
- [0032] L'amont et l'aval s'entendent dans le sens d'écoulement d'un flux aérodynamique. La direction longitudinale est la direction de plus grande dimension de l'aéronef, i.e. parallèle au fuselage (correspond à l'axe X de la [Fig.1]). La direction transversale (axe Y de la [Fig.1]) est perpendiculaire au fuselage et horizontale lorsque l'aéronef est au sol.
- [0033] Il est entendu que des modes de réalisation particuliers de l'invention sont dessinés mais que les figures ne limitent en rien l'étendue de protection qui est seulement dictée par les revendications.
- [0034] Aussi, chaque élément de chaque figure peut être combiné avec chaque autre élément de chaque autre figure selon toutes les combinaisons techniquement possibles.
- [0035] La [Fig.1] présente un aéronef 1. Celui-ci est composé d'un fuselage 2 et de deux ailes 4, fixes par rapport au fuselage 2. Pour simplifier la compréhension de l'invention, dans la suite des figures, l'aile 4 de l'avion est représentée comme s'étendant selon l'axe Y mais il est entendu que l'aile a une direction transversale quelconque par rapport à l'axe X et peut notamment former un angle allant jusqu'à 45° avec la direction X.
- [0036] En référence à la [Fig.2], et comme évoqué plus haut, lorsque l'aéronef 1 évolue dans son milieu (l'air), le fuselage 2 et les ailes 4 « voient » un écoulement (relatif) d'air 6.

Au voisinage de l'emplanture de l'aile 4 sur le fuselage 2, des variations locales importantes de pression donnent lieu à un tourbillon en fer à cheval 8.

- [0037] La [Fig.3] montre une autre vue isométrique de l'aile avec le tourbillon 8, et une ligne d'écoulement qui illustre la façon dont ce tourbillon est formé.
- [0038] La [Fig.4] illustre une première mise en œuvre de l'invention dans laquelle une ailette 10 est disposée au voisinage de l'emplanture. L'ailette 10 est ici accolée à l'aile 4 mais ceci n'est pas indispensable.
- [0039] L'ailette 10 génère un tourbillon 12 qui est de sens opposé mais de même intensité environ que le tourbillon 8. Ces deux tourbillons 8, 12, s'annulent l'un l'autre. La présence de l'ailette 10 est une source de traînée supplémentaire pour l'aéronef, mais l'annulation tourbillonnaire permet un gain de traînée bien supérieur à celui rajouté par l'ailette 10. L'annulation tourbillonnaire permet également de rétablir une bonne portance au voisinage de l'emplanture.
- [0040] La [Fig.5] est une vue agrandie de la partie entourée en pointillés sur la [Fig.4], se focalisant sur l'ailette 10.
- [0041] Dans cet exemple, l'ailette 10 est biseautée. Un biseau 10.1 forme la partie amont de l'ailette 10 pour faciliter la pénétration de l'aéronef 1 dans l'air, ou, vu autrement, pour faciliter l'écoulement de l'air le long de l'ailette 10. Le biseau 10.1 peut constituer environ 70% de la longueur L de l'ailette 10. Le biseau 10.1 peut être rectiligne, ou à l'inverse être incurvé, voire ondulé.
- [0042] Alternativement, l'ailette peut être rectangulaire (vue de dessus).
- [0043] La longueur L de l'ailette (ou sa corde) peut être comprise entre 1 et 10 fois sa largeur W. La longueur L ou corde de l'ailette peut être par exemple comprise entre 30% et 70% de la corde de l'aile 4 (notée C sur la [Fig.6]).
- [0044] L'épaisseur de l'ailette peut être négligeable (de l'ordre de quelques millimètres). L'ailette 10 peut être sensiblement plane et avoir des faces supérieure et inférieure parallèles, ou elle peut présenter un extradós (face supérieure) et un intradós (face inférieure).
- [0045] L'ailette peut venir au contact du bord d'attaque 4.3 de l'aile 4. Cela permet notamment de contrer le tourbillon 8 dès l'endroit où il commence à se former.
- [0046] L'ailette peut avoir une largeur maximale au niveau du contact avec l'aile. La largeur de l'ailette peut être d'environ 5 à 20 cm, correspondant à la couche limite de l'écoulement le long du fuselage 2.
- [0047] La forme de l'ailette 10 peut être optimisée pour générer un tourbillon 12 maximal lorsque l'incidence de l'écoulement sur l'ailette 10 a une valeur conventionnelle maximale (par correspondance à l'assiette de montée de 15° ou 30°). En croisière (faible incidence de l'écoulement sur l'aile), l'ailette ne génère pas de tourbillon.
- [0048] Dans un mode de réalisation non illustré, une ailette secondaire peut être pourvue en

aval de l'aile 4 au contact (ou non) du bord de fuite 4.4 pour maximiser le tourbillon 12.

- [0049] La [Fig.6] illustre un second mode de réalisation. L'aile 4 et l'ailette 10 sont représentées en coupe dans un plan (x,z) au voisinage de l'emplanture. On y observe notamment, l'extrados 4.1, l'intrados 4.2, le bord d'attaque 4.3 et le bord de fuite 4.4. La corde C est la ligne qui relie le bord d'attaque 4.3 au bord de fuite 4.4. L'épaisseur e de l'aile est la distance maximale (perpendiculairement à la corde) entre l'extrados 4.1 et l'intrados 4.2.
- [0050] Dans cet exemple, l'ailette 10 est disposée au-dessus de l'aile 4, à une distance h entre 1 et 5 fois l'épaisseur e de l'aile. L'ailette 10 peut être plane ou avoir un profil sensiblement parallèle à la courbure de l'extrados 4.1. La valeur de h peut être constante sur toute la longueur de l'ailette ou varier : l'ailette peut se rapprocher de l'aile vers l'aval (ou l'inverse).
- [0051] L'ailette 10 peut ici avoir la même forme et les mêmes proportions en dimension que celle discutée en rapport avec les figures 4 et 5 ci-dessus.
- [0052] Puisque dans ce cas l'ailette 10 « voit » un flux sans incidence (le flux au niveau de l'ailette 10 est parallèle à l'ailette 10 à cause de l'action de l'aile 4), il peut être judicieux de prévoir un mécanisme de pivotement de l'ailette 10 pour lui « infliger » une incidence semblable à celle de l'aile 4.
- [0053] Dans un mode de réalisation non illustré, l'aéronef est pourvu à la fois d'une ailette 10 en amont de l'aile ([Fig.5]) et d'une ailette 10 au-dessus de l'aile ([Fig.6]).
- [0054] Dans un mode de réalisation non illustré, l'ailette 10 peut être mobile, notamment en pivotement autour d'un axe transversal (parallèle à y). Ceci permet notamment d'augmenter l'incidence de l'écoulement sur l'ailette 10 et de favoriser le tourbillon, même lorsque l'assiette de l'aéronef est moindre (voire nulle).
- [0055] La [Fig.7] illustre le même concept que l'invention décrite ci-dessus mais appliqué au contexte d'un écoulement d'air interne à une turbomachine. Un compresseur de turboréacteur comprend généralement une alternance d'aubes tournantes (roues mobiles) et d'aubes fixes (stator). Les aubes sont supportées par exemple par des moyeux, des viroles ou des carters. Les phénomènes aérodynamiques à la jonction entre l'aube et son support sont semblables à ceux décrit plus haut à l'emplanture de l'aile.
- [0056] La [Fig.7] illustre une aube 104 s'étendant depuis un support, par exemple une virole interne 102. Une ailette 110 peut être agencé à l'amont de l'aube 104 au niveau de son bord d'attaque (similairement aux figures 4 et 5).
- [0057] Il est ainsi possible de contrebalancer le tourbillon en fer à cheval qui entoure le pied de l'aube 104.
- [0058] Dans une alternative non illustrée, l'ailette 110 est disposée à distance et parallèlement à l'extrados de l'aube 104 (similairement à la [Fig.6]).

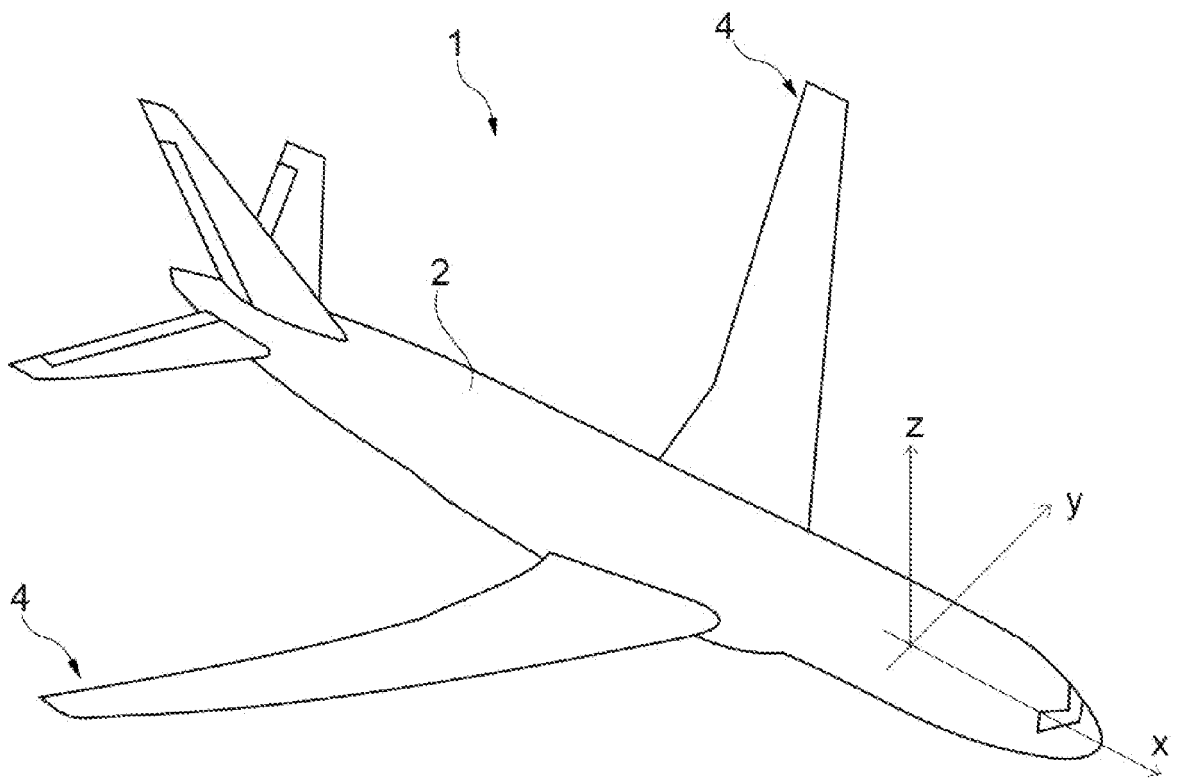
[0059] L'aillette 110 peut présenter les mêmes aspects que ceux discutés plus haut pour l'aillette 10 : biseau, dimensions relatives à la corde de l'aile/l'aube, une ailette secondaire en bord de fuite, une ailette à la fois en bord d'attaque et parallèle à l'extrados, etc.

[0060] Il est entendu que l'homme du métier saura adapter la géométrie et la position de l'aillette 110 en fonction de l'ordre de grandeur de l'aéronef, de l'aile, ou de l'aube en question.

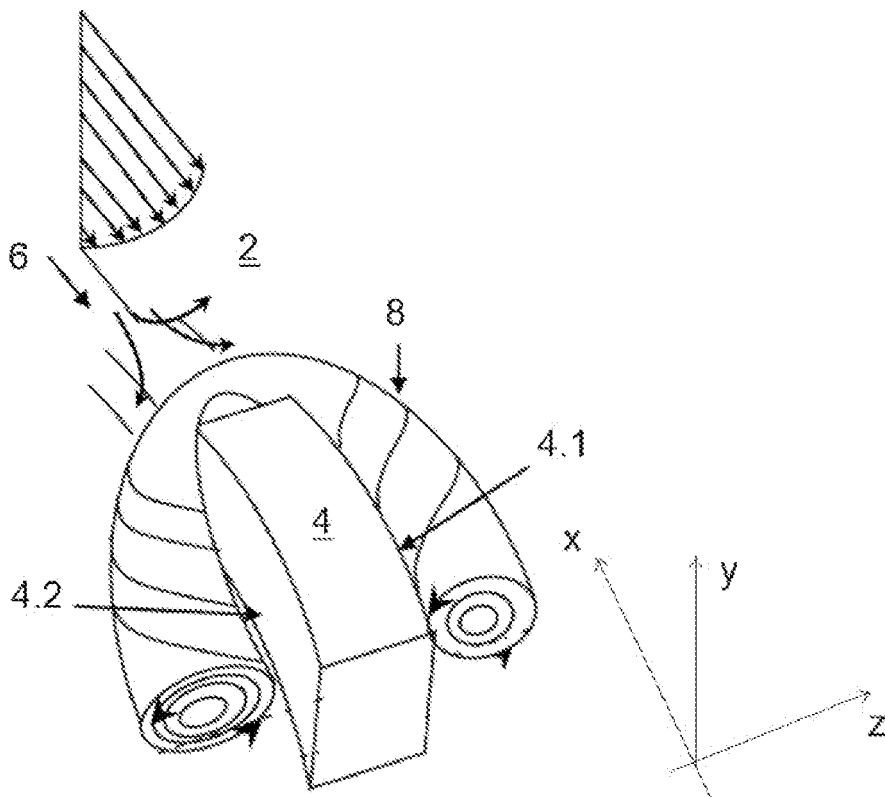
Revendications

- [Revendication 1] Aéronef (1) comprenant un fuselage (2) définissant une direction longitudinale (x) et une aile (4) s'étendant depuis le fuselage (2) transversalement à la direction longitudinale (x), l'aéronef (1) étant caractérisé en ce qu'il est pourvu d'une ailette (10) au voisinage de l'emplanture de l'aile (4) sur le fuselage (2), l'ailette (10) s'étendant depuis le fuselage (2) sensiblement parallèlement à la corde (C) de l'aile (4), et en ce que l'aile (4) comprend un bord d'attaque (4.3) et l'ailette (10) s'étend depuis le bord d'attaque (4.3)..
- [Revendication 2] Aéronef (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'aile (4) comprend un extradados (4.1) et un intrados (4.2) et l'ailette (10) est disposée au-dessus de l'extrados (4.1) de l'aile (4).
- [Revendication 3] Aéronef (1) selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'extrados (4.1) et l'intrados (4.2) définissent une épaisseur maximale (e) de l'aile (4) et l'ailette (10) est agencée à une distance (h) de l'extrados (4.1) comprise entre 1 et 5 fois l'épaisseur maximale (e).
- [Revendication 4] Aéronef (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'ailette (10) est biseauté en son amont.
- [Revendication 5] Aéronef (1) selon la revendication 4, caractérisé en ce que le biseau (10.1) s'étend sur 70 à 100% de la longueur (L) de l'ailette (10).
- [Revendication 6] Aéronef (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'ailette (10) a une largeur maximale (W) comprise entre 5 et 20 cm.
- [Revendication 7] Aéronef (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'ailette (10) a une longueur (L) comprise entre 1 et 10 fois sa largeur (W).
- [Revendication 8] Aéronef (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une ailette secondaire en aval de l'aile (4).
- [Revendication 9] Compresseur de turbomachine comprenant une virole interne ou externe (102) depuis laquelle s'étend une aube (104), caractérisé en ce qu'une ailette (110) est disposée au voisinage de l'emplanture de l'aube (104) sur la virole (102), l'ailette (110) s'étendant depuis la virole (102) sensiblement parallèlement à la corde (C) de l'aube, ladite ailette (110) s'étendant depuis un bord d'attaque de l'aube (104).

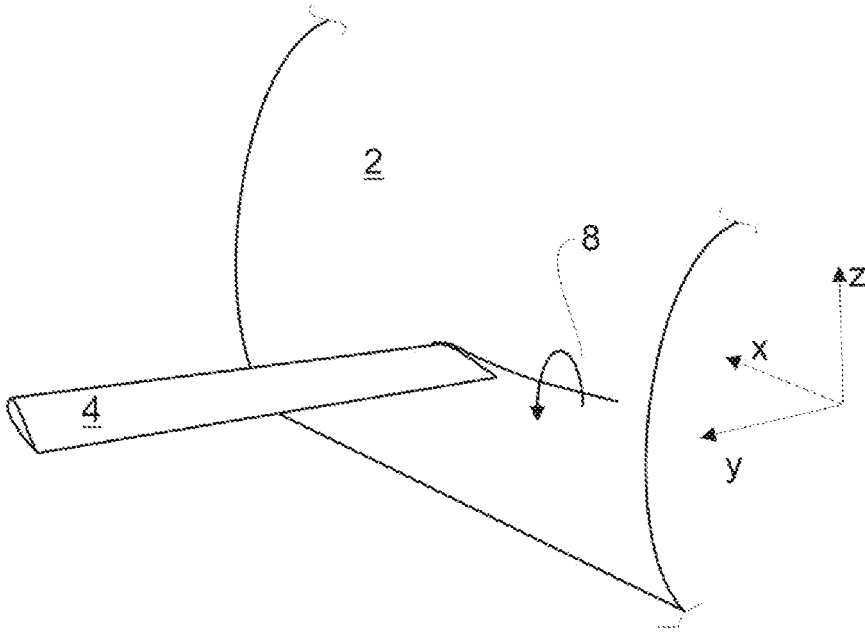
[Fig. 1]



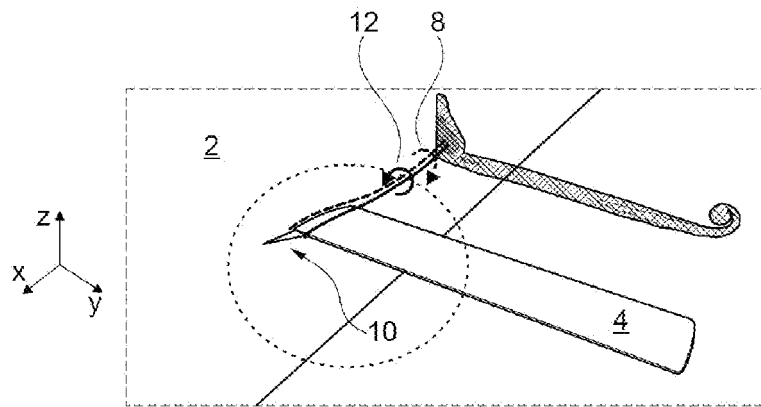
[Fig. 2]



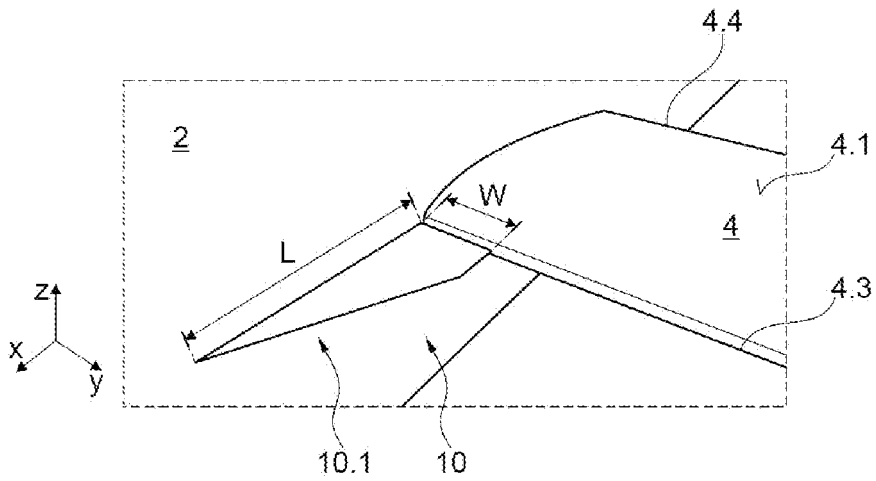
[Fig. 3]



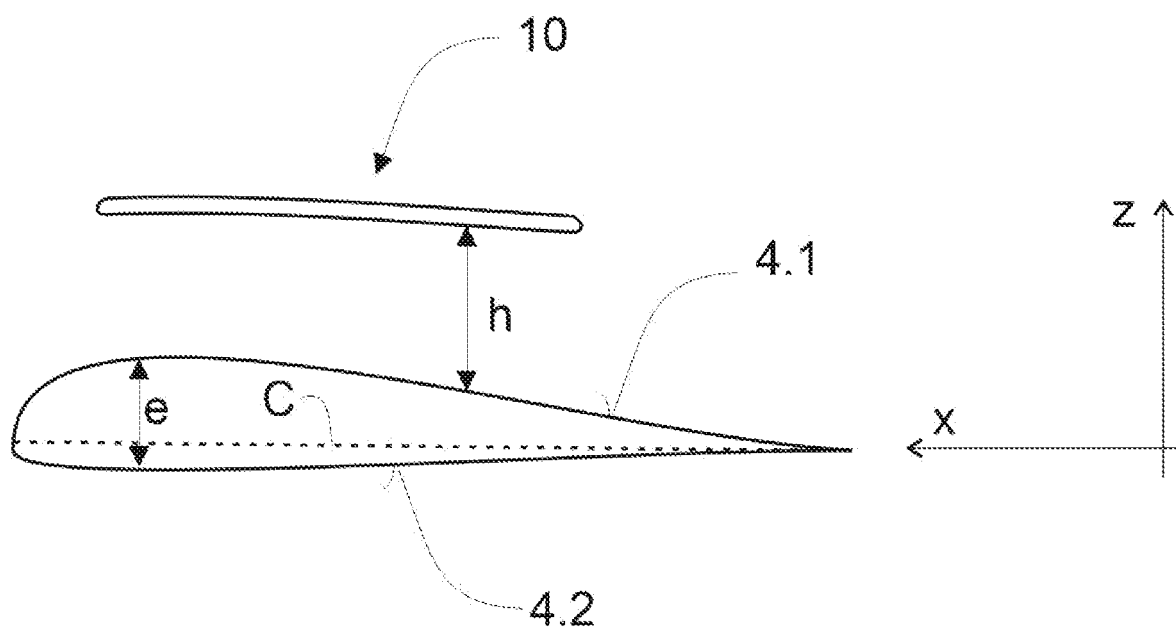
[Fig. 4]



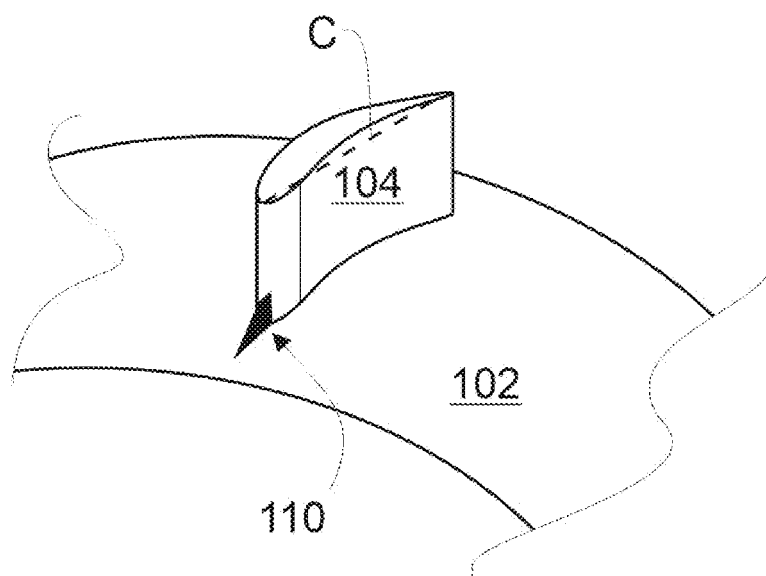
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



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**

US 2019/344876 A1 (HOOKER JOHN RICK [US])
14 novembre 2019 (2019-11-14)

US 6 186 445 B1 (BATCHO PAUL F [US])
13 février 2001 (2001-02-13)

US 2009/206206 A1 (CHASE JAMES D [US] ET
AL) 20 août 2009 (2009-08-20)

US 2004/046086 A1 (DIXON CHARLES J [US] ET
AL) 11 mars 2004 (2004-03-11)

GB 1 100 376 A (JOHN EDWARD CHACKSFIELD)
24 janvier 1968 (1968-01-24)

**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