



(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN**
CANADIAN PATENT APPLICATION

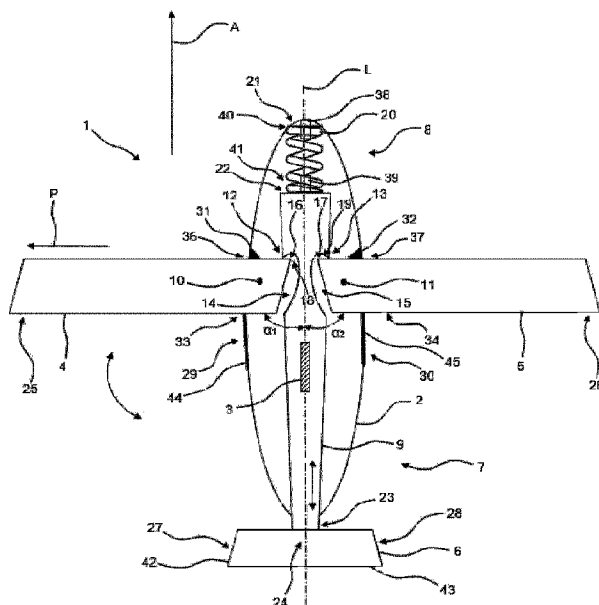
(13) **A1**

(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2022/04/22
(87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2022/11/03
(85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2023/10/19
(86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** EP 2022/060705
(87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2022/229020
(30) **Priorité/Priority:** 2021/04/28 (FR FR2104390)

(51) **Cl.Int./Int.Cl.** **B63B 1/30** (2006.01),
B63B 1/26 (2006.01), **B63B 32/64** (2020.01),
B63B 32/66 (2020.01)
(71) **Demandeur/Applicant:**
BILLOIS, SEBASTIEN, FR
(72) **Inventeur/Inventor:**
BILLOIS, SEBASTIEN, FR
(74) **Agent:** BENOIT & COTE INC.

(54) **Titre : HYDROFOIL A PORTANCE ET TRAINEE VARIABLES POUR UN ENGIN NAUTIQUE**
(54) **Title: HYDROFOIL WITH VARIABLE LIFT AND DRAG FOR A WATERCRAFT**

[Fig. 1]



(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention concerne un hydrofoil (1) pour un engin nautique comprenant un fuselage (2) et deux ailes (4, 5) disposées de chaque côté du fuselage (2) et destinées à assurer une portance hydrodynamique à l'hydrofoil (1) lorsqu'il est en déplacement dans l'eau. Selon l'invention, les deux ailes (4, 5) sont mobiles en rotation par rapport au fuselage (2) entre une position déployée lorsque l'hydrofoil (1) est à l'arrêt et une position rétractée vers une partie arrière (7) du fuselage (2) par la pression de l'eau exercée sur les ailes (4, 5) lorsque l'hydrofoil (1) se déplace dans l'eau.

Date de soumission : 2023/10/19

No de la demande can. : 3216092

Abrégé:

L'invention concerne un hydrofoil (1) pour un engin nautique comprenant un fuselage (2) et deux ailes (4, 5) disposées de chaque côté du fuselage (2) et destinées à assurer une portance hydrodynamique à l'hydrofoil (1) lorsqu'il est en déplacement dans l'eau. Selon l'invention, les deux ailes (4, 5) sont mobiles en rotation par rapport au fuselage (2) entr une position déployée lorsque l'hydrofoil (1) est à l'arrêt et une position rétractée vers une parti arrière (7) du fuselage (2) par la pression de l'eau exercée sur les ailes (4, 5) lorsque l'hydrofoil (1) se déplace dans l'eau.

Description

Titre de l'invention : Hydrofoil à portance et traînée variables pour un engin nautique

- [0001] L'invention se rapporte à un hydrofoil pour un engin nautique et à un engin nautique comprenant un tel hydrofoil.
- [0002] Les engins nautiques tels les bateaux, les planches à voile, les planches de stand up paddle, les planches de surf, les planches de kite surf ou les planches de windsurf utilisent des hydrofoils (ou foils) pour réduire la traînée d'une coque d'engin nautique traversant l'eau et fournir un déplacement plus vélocé.
- [0003] Les hydrofoils tels que celui du document FR3049262 permettent de faire varier la hauteur de la coque de l'engin nautique en fonction de la vitesse de l'engin dans l'eau.
- [0004] Les hydrofoils comprennent un fuselage, un mât destiné à être fixé à l'engin nautique, deux ailes à l'avant du fuselage et un empennage à l'arrière du fuselage. Les ailes sont destinées à assurer une portance hydrodynamique à l'hydrofoil lorsqu'il est en déplacement dans l'eau.
- [0005] Cependant, les hydrofoils de l'art antérieur présentent l'inconvénient d'entraîner une traînée dans l'eau, réduisant la vitesse de l'engin nautique lorsque celui atteint des vitesses importantes. Les performances des engins nautiques sont donc limitées par les hydrofoils de l'art antérieur.
- [0006] Le but de l'invention est donc de pallier les inconvénients de l'art antérieur en proposant un hydrofoil permettant de réduire la portance et donc la traînée de l'hydrofoil dans l'eau en fonction de la vitesse de l'engin nautique pour augmenter la vitesse de l'engin.
- [0007] Pour ce faire, l'invention se rapporte ainsi, dans son acceptation la plus large, à un hydrofoil pour engin nautique comprenant un fuselage et deux ailes disposées de chaque côté du fuselage et destinées à assurer une portance hydrodynamique à l'hydrofoil lorsqu'il est en déplacement dans l'eau.
- [0008] Selon l'invention, les deux ailes sont mobiles en rotation par rapport au fuselage entre une position déployée lorsque l'hydrofoil est à l'arrêt et une position rétractée vers une partie arrière du fuselage par la pression de l'eau exercée sur les ailes lorsque l'hydrofoil se déplace dans l'eau.
- [0009] L'invention fournit ainsi un hydrofoil permettant de réduire la portance et donc la traînée de l'hydrofoil dans l'eau en fonction de la vitesse de l'engin nautique et plus précisément lorsque la vitesse de l'engin nautique augmente.
- [0010] Les ailes à géométrie variable de l'hydrofoil permettent de réduire la traînée au niveau des bords d'attaques et donc les frottements de l'hydrofoil avec l'eau. L'engin

nautique peut atteindre ainsi des vitesses plus élevées. Le confort de navigation est également amélioré.

- [0011] Avantageusement, en position déployée, les deux ailes sont sensiblement perpendiculaires par rapport à un axe longitudinal L du fuselage. En position rétractée, chacune des deux ailes forme un angle avec l'axe longitudinal L lorsque la vitesse de l'hydrofoil est supérieure à une vitesse minimale. Cet angle est inférieur à 90° et diminue progressivement lorsque la vitesse de l'hydrofoil augmente.
- [0012] Selon un mode de réalisation possible, les ailes sont mécaniquement reliées à un ensemble mobile se déplaçant en translation à l'intérieur du fuselage suivant l'axe longitudinal L et par rapport au fuselage. La rétraction des deux ailes vers le fuselage entraîne la translation de l'ensemble mobile vers une partie avant du fuselage. Le déploiement des deux ailes entraîne la translation de l'ensemble mobile vers la partie arrière du fuselage.
- [0013] Cet ensemble mobile fournit un moyen de déplacement simple et solide.
- [0014] De préférence, les ailes comprennent une première aile montée en rotation sur le fuselage autour d'un premier axe et une deuxième aile montée en rotation sur le fuselage autour d'un deuxième axe. L'hydrofoil comprend des moyens de liaison reliant les ailes à l'ensemble mobile.
- [0015] Selon un mode de réalisation, les moyens de liaison comprennent deux évidements creusés de chaque côté de l'ensemble mobile dont un premier évidement recevant une extrémité interne de la première aile et un deuxième évidement recevant une extrémité interne de la deuxième aile. L'extrémité interne de la première aile forme un levier contre une partie avant du premier évidement pour pousser l'ensemble mobile vers la partie avant du fuselage lorsque la vitesse de l'hydrofoil augmente. L'extrémité interne de la deuxième aile forme un levier contre une partie avant du deuxième évidement pour pousser l'ensemble mobile vers la partie avant du fuselage lorsque la vitesse de l'hydrofoil augmente.
- [0016] De préférence, l'hydrofoil comprend des moyens de compression reliés à l'ensemble mobile et opposant une force de résistance à une force exercée par la pression de l'eau sur les ailes lors du déplacement de l'hydrofoil pour que la rétraction des ailes soit adaptée à la vitesse de l'hydrofoil.
- [0017] Ceci permet aux ailes de revenir à leur position initiale, c'est-à-dire en position déployée, lorsque l'hydrofoil ralentit ou s'arrête. Les moyens de compression opposent une force de résistance à une force exercée par la pression de l'eau sur les ailes de manière que le repli des ailes soit adapté à la vitesse de l'engin afin d'obtenir le meilleur ratio portance / traînée / vitesse.
- [0018] Selon une variante, les moyens de compression comprennent au moins un ressort monté en compression entre une extrémité avant du fuselage et une extrémité avant de

l'ensemble mobile.

[0019] Ceci fournit un mécanisme robuste, simple et léger.

[0020] Selon une autre variante, l'ensemble mobile présente une forme allongée suivant l'axe longitudinal L. L'hydrofoil comprend un empennage fixé à une extrémité arrière de l'ensemble mobile de façon que l'empennage soit mobile en translation entre une position déployée lorsque les ailes sont déployées et une position rétractée vers le fuselage lorsque les ailes sont rétractées.

[0021] L'empennage peut rentrer partiellement à l'intérieur du fuselage ou non.

[0022] La longueur totale de l'hydrofoil peut diminuer par un mouvement de translation afin de rapprocher l'empennage vers les ailes de manière linéaire, en corrélation, en synergie et simultanément avec l'orientation progressive des ailes vers l'arrière. Ceci permet de réduire d'avantage la portance et la traînée dans l'eau.

[0023] Selon un autre mode de réalisation, l'ensemble mobile comprend un premier élément mobile actionné par la pression de l'eau sur la première aile et un deuxième élément mobile actionné par la pression de l'eau sur la deuxième aile. Le premier élément mobile et le deuxième élément mobile se déplacent indépendamment l'un par rapport à l'autre en fonction de la trajectoire suivie par l'hydrofoil.

[0024] Ainsi, chacune des ailes est autonome en cas de variation de trajectoire de l'hydrofoil. Cela permet la gestion du différentiel de vitesse dans les virages. Les performances de l'hydrofoil sont améliorées.

[0025] L'invention concerne également un engin nautique comprenant au moins un hydrofoil tel que défini précédemment. L'hydrofoil est fixé à l'engin nautique par un mât.

[0026] On décrira ci-après, à titre d'exemples non limitatifs, des formes d'exécution de la présente invention, en référence aux figures annexées sur lesquelles :

[0027] [Fig.1] illustre schématiquement une vue de dessus d'un hydrofoil présentant des ailes déployées, selon un premier mode de réalisation ;

[0028] [Fig.2] illustre schématiquement une vue de dessus de l'hydrofoil illustré sur la [Fig.1], lorsque ses ailes sont rétractées ;

[0029] [Fig.3] illustre schématiquement une vue de dessus d'un hydrofoil ayant des ailes déployées, selon un deuxième mode de réalisation.

[0030] La [Fig.1] illustre un hydrofoil 1 (ou foil) comprenant un fuselage 2, un mât 3 destiné à être fixé à un engin nautique et deux ailes 4, 5 dont une première aile 4 et une deuxième aile 5 positionnées au niveau d'une partie avant 8 du fuselage 2.

[0031] Les termes « avant » et « arrière » sont définis par rapport au sens d'avancement A normal, de l'hydrofoil 1 dans l'eau.

[0032] Le fuselage 2 s'étend suivant un axe longitudinal L. Le mât 3 est perpendiculaire au fuselage 2.

- [0033] Selon une variante, l'hydrofoil 1 peut comprendre également un empennage 6 positionné au niveau d'une partie arrière 7 du fuselage 2. L'empennage 6 peut être formé d'une seule ailette ou de deux ailettes 42, 43 sensiblement parallèles aux deux ailes 4, 5.
- [0034] Les ailes 4, 5 et l'empennage 6 sont destinés à assurer une portance hydrodynamique à l'hydrofoil 1 lorsqu'il est en déplacement dans l'eau suivant le sens d'avancement A.
- [0035] Les ailes 4, 5 sont sensiblement perpendiculaires au mât 3.
- [0036] L'empennage 6 peut comprendre un aileron sensiblement perpendiculaire aux ailettes 42, 43.
- [0037] Alternativement, les ailes 4, 5 peuvent former un angle avec le mât 3 qui est différent de 90° . Cet angle peut être compris entre 89° et 91° ou entre 90° et 100° , par exemple.
- [0038] L'engin nautique peut être un bateau, une planche à voile, une planche de stand up paddle, une planche de surf, une planche de kite surf, une planche de wingsurf ou une planche de windsurf, par exemple.
- [0039] Selon l'invention, les deux ailes 4, 5 se replient vers le fuselage 2 par la pression de l'eau exercée sur les ailes 4, 5 lorsque l'hydrofoil 1 se déplace dans l'eau suivant le sens d'avancement A, de préférence à très haute vitesse.
- [0040] Plus précisément, les deux ailes 4, 5 sont mobiles en rotation par rapport au fuselage 2 entre une position déployée et une position rétractée vers une partie arrière 7 du fuselage 2. La position déployée correspond à un positionnement sensiblement perpendiculaire des deux ailes 4, 5 par rapport à l'axe longitudinal L, comme illustré sur la [Fig.1], lorsque la vitesse de l'hydrofoil 1 est nulle ou faible.
- [0041] Lorsque l'engin nautique, et donc l'hydrofoil 1, est à l'arrêt, les deux ailes 4, 5 sont de préférence perpendiculaires à l'axe longitudinal L du fuselage 2. Un angle α_1 approximativement de 90° est formé entre la première aile 4 et l'axe longitudinal L du fuselage 2. De même, un angle α_2 approximativement de 90° est formé entre la deuxième aile 5 et l'axe longitudinal L du fuselage 2. Les deux ailes 4, 5 sont alignées.
- [0042] Lorsque les deux ailes 4, 5 sont en position rétractée vers la partie arrière 7 du fuselage 2, comme illustré sur la [Fig.2], c'est-à-dire lorsque la vitesse de l'hydrofoil 1 est supérieure à une vitesse minimale, les angles α_1 et α_2 sont inférieurs à 90° et diminuent progressivement lorsque la vitesse de l'hydrofoil 1 augmente.
- [0043] Chacune des deux ailes 4, 5 s'étend suivant une direction principale P. Plus précisément, l'angle α_1 ou α_2 correspond à l'angle entre l'axe longitudinal L du fuselage 2 et la direction principale P de chacune des deux ailes 4, 5.
- [0044] Selon le mode de réalisation des figures 1 et 2, les angles α_1 et α_2 sont égaux.
- [0045] En variante, les deux ailes 4, 5 peuvent ne pas être complètement perpendiculaires par rapport à l'axe longitudinal L du fuselage 2 et peuvent former un angle α_1 ou α_2 un peu inférieur à 90° , 85° par exemple, avec l'axe longitudinal L, lorsque l'engin

- nautique est à l'arrêt.
- [0046] Au fur et à mesure que la vitesse de l'engin nautique augmente, la pression de l'eau sur les ailes 4, 5 entraîne leur repliement en direction de la partie arrière 7 du fuselage 2, formant des ailes en flèche dont le degré de flèche est variable selon la vitesse.
- [0047] Les ailes 4, 5 sont mécaniquement reliées à un ensemble mobile 9, 9a, 9b se déplaçant en translation à l'intérieur du fuselage 2 suivant l'axe longitudinal L et par rapport au fuselage 2 et aux ailes 4, 5.
- [0048] La rétractation des deux ailes 4, 5 vers le fuselage 2 entraîne la translation de l'ensemble mobile 9, 9a, 9b vers la partie avant 8 du fuselage 2. Le déploiement des deux ailes 4, 5 entraîne la translation de l'ensemble mobile 9, 9a, 9b vers la partie arrière 7 du fuselage 2.
- [0049] L'ensemble mobile 9, 9a, 9b s'étend suivant l'axe longitudinal L.
- [0050] Selon le mode de réalisation représenté sur les figures 1 et 2, l'ensemble mobile 9, 9a, 9b comprend un seul élément mobile 9, présentant une forme de tige.
- [0051] L'hydrofoil 1 comprend des moyens de liaison 12, 13 reliant les ailes 4, 5 à l'élément mobile 9 de façon à permettre un mouvement simultané des deux ailes 4, 5 et d'obtenir des angles α_1 et α_2 sensiblement identiques pour les deux ailes.
- [0052] De préférence, les moyens de liaison 12, 13 comprennent deux évidements 14, 15 creusés de chaque côté de l'élément mobile 9 dont un premier évidement 14 recevant une extrémité interne 16 de la première aile 4 et un deuxième évidement 15 recevant une extrémité interne 17 de la deuxième aile 5.
- [0053] L'extrémité interne 16 de la première aile 4 forme un levier contre une partie avant 18 du premier évidement 14 pour pousser l'élément mobile 9 vers la partie avant 8 du fuselage 2 lorsque la vitesse de l'hydrofoil 1 augmente. Par analogie, l'extrémité interne 17 de la deuxième aile 5 forme également un levier contre une partie avant 19 du deuxième évidement 15 pour pousser l'élément mobile 9 vers la partie avant 8 du fuselage 2 lorsque la vitesse de l'hydrofoil 1 augmente.
- [0054] De préférence, l'extrémité interne 16 de la première aile 4 et l'extrémité interne 17 de la deuxième aile 5 forment une pointe ou présente une forme arrondie avec un faible rayon de courbure.
- [0055] La première aile 4 est montée en rotation sur le fuselage 2 autour d'un premier axe 10 et la deuxième aile 5 est montée en rotation sur le fuselage 2 autour d'un deuxième axe 11.
- [0056] Le premier axe 10 et le deuxième axe 11 sont positionnés à proximité des extrémités internes 16, 17 respectives.
- [0057] Alternativement, les moyens de liaison 12, 13 peuvent comprendre deux ensembles d'engrenages (non représentés) dont un premier ensemble d'engrenages associé à la première aile 4 et un deuxième ensemble d'engrenages associé à la deuxième aile 5.

- [0058] Chaque ensemble d'engrenages comprend un premier engrenage fixé à l'extrémité interne 16 de la première aile 4 coopérant avec un deuxième engrenage fixé sur l'un des côtés de l'élément mobile 9.
- [0059] Les engrenages présentent des formes incurvées ou de demi-sphères. Le premier engrenage présente une contre forme du deuxième engrenage. Par exemple, le premier engrenage présente une forme concave et le deuxième engrenage présente une forme convexe.
- [0060] L'hydrofoil 1 comprend des moyens de compression 20, 20a, 20b reliés à l'élément mobile 9 et opposant une force de résistance à une force exercée par la pression de l'eau sur les ailes 4, 5 lors du déplacement de l'hydrofoil 1 pour que la rétractation des ailes 4, 5 soit adaptée à la vitesse de l'hydrofoil 1.
- [0061] De préférence, les moyens de compression 20, 20a, 20b sont placés à l'avant du fuselage.
- [0062] Les moyens de compression 20, 20a, 20b comprennent au moins un ressort 20, 20a, 20b monté en compression entre une extrémité avant 21 du fuselage 2 et une extrémité avant 22 de l'élément mobile 9.
- [0063] Les moyens de compression 20, 20a, 20b sont tarés en fonction des performances souhaitées.
- [0064] Dans l'exemple des figures 1 et 2, les moyens de compression 20, 20a, 20b comprennent un seul ressort 20.
- [0065] Le ressort 20 tend à repousser l'élément mobile 9 vers la partie arrière 7 du fuselage 2.
- [0066] La rétractation des ailes 4, 5 se produit à partir d'une vitesse minimale de l'hydrofoil 1 (ou seuil). Il faut que la pression de l'eau sur les ailes 4, 5 soit suffisante pour permettre de compresser le ressort 20.
- [0067] La vitesse minimale peut être un nœud, par exemple.
- [0068] Les angles α_1 et α_2 , et donc le niveau de portance et de traînée, dépendent du tarage du ressort 20 ou de son coefficient de raideur.
- [0069] Selon une variante, l'extrémité avant 21 du fuselage 2 comprend un premier ergot 38 dans lequel est inséré une première extrémité 40 du ressort 20. Un deuxième ergot 39 est prévu à l'extrémité avant 22 de l'élément mobile 9 pour l'insertion et le maintien d'une deuxième extrémité 41 du ressort 20.
- [0070] Alternativement, les moyens de compression 20, 20a, 20b peuvent être remplacés par un moyen de rappel tel un ressort de rappel relié à l'extrémité avant 22 de l'élément mobile 9 et à la partie arrière 7 du fuselage 2.
- [0071] Alternativement, les moyens de compression 20, 20a, 20b peuvent être un vérin hydraulique, pneumatique ou à gaz (azote), par exemple.
- [0072] Alternativement, les moyens de compression 20, 20a, 20b peuvent être positionnés

dans le mât 3.

- [0073] Selon un mode de réalisation, l'empennage 6 est fixé de manière non amovible à la partie arrière 7 du fuselage 2.
- [0074] Selon un autre mode de réalisation, l'empennage 6 est fixé à une extrémité arrière 23 de l'élément mobile 9 de façon que l'empennage 6 soit mobile en translation entre une position déployée lorsque les ailes 4, 5 sont déployées et une position rétractée vers le fuselage 2 lorsque les ailes 4, 5 sont rétractées.
- [0075] Ainsi, l'empennage 6 suit le mouvement de translation de l'ensemble mobile 9 suivant l'axe longitudinal L.
- [0076] La longueur totale de l'hydrofoil 1 peut diminuer par un mouvement de translation afin de rapprocher les ailettes 42 de l'empennage 6 vers les ailes 4, 5, de manière linéaire, en corrélation, en synergie et simultanément avec l'orientation progressive des ailes 4, 5 vers l'arrière.
- [0077] L'empennage peut rentrer partiellement à l'intérieur du fuselage ou non.
- [0078] La partie arrière 7 du fuselage 2 comprend une fente dans laquelle une partie centrale 24 de l'empennage 6 est insérée lorsque l'empennage 6 est en position rétractée.
- [0079] Lorsque la vitesse de l'hydrofoil 1 est nulle ou faible, les deux ailes 4, 5 sont dépliées et l'empennage 6 est déployé hors du fuselage 2 au maximum.
- [0080] Lorsque la vitesse de l'hydrofoil 1 augmente, les deux ailes 4, 5 se replient vers l'arrière du fuselage 2 et l'empennage 6 rentre partiellement dans la partie arrière 7 du fuselage 2, réduisant davantage la portance et la traînée dans l'eau. Les bords d'attaques sont davantage réduits.
- [0081] Selon une autre variante, l'empennage 6 se déplace mais ne rentre pas dans la partie arrière 7 du fuselage 2.
- [0082] De préférence, en vitesse maximale, lorsque les ailes 4, 5 sont complètement rétractées et que l'empennage 6 est en position rétractée maximale, un bord latéral d'extrémité 25 de la première aile 4 est en regard avec un bord 27 d'une première ailette 42 de l'empennage 6.
- [0083] De même, un bord latéral d'extrémité 26 de la deuxième aile 5 est en regard avec un bord 28 d'une deuxième ailette 43 de l'empennage 6.
- [0084] Le fuselage 2 comprend une première fente latérale 29 s'étendant suivant l'axe longitudinal L pour permettre le passage d'une portion 33 de la première aile 4 et son escamotage à l'intérieur du fuselage 2 lorsque la première aile 4 est en position rétractée.
- [0085] De même, le fuselage 2 comprend une deuxième fente latérale 30 s'étendant suivant l'axe longitudinal L pour permettre le passage d'une portion 34 de la deuxième aile 5 et son escamotage à l'intérieur du fuselage 2 lorsque la deuxième aile 5 est en position rétractée.
- [0086] La première fente latérale 29 comprend une butée 31 à une extrémité avant 36 de la

- première fente latérale 29.
- [0087] La deuxième fente latérale 30 comprend une butée 32 à une extrémité 37 avant de la deuxième fente latérale 30.
- [0088] Avantageusement, les fentes latérales 29, 30 sont chacune délimitées par un carénage 44, 45 faisant saillie sur la surface externe du fuselage 2, vers l'extérieur, et recouvrant une partie des ailes 4, 5 pour permettre d'assurer une continuité aérodynamique entre le fuselage 2 et les ailes 4, 5.
- [0089] Selon un autre mode de réalisation représenté sur la [Fig.3], l'ensemble mobile 9, 9a, 9b comprend un premier élément mobile 9a actionné par une première aile 104 et un deuxième élément mobile 9b actionné par une deuxième aile 105.
- [0090] La première aile 104 est montée en rotation sur le fuselage 102 autour d'un premier axe 110 et la deuxième aile 105 est montée en rotation sur le fuselage 102 autour d'un deuxième axe 111.
- [0091] Le premier élément mobile 9a et le deuxième élément mobile 9b sont distincts et se déplacent indépendamment l'un par rapport à l'autre.
- [0092] Des premiers moyens de liaison 112 relient mécaniquement la première aile 104 au premier élément mobile 9a et des deuxièmes moyens de liaison 113 relient mécaniquement la deuxième aile 105 au deuxième élément mobile 9b.
- [0093] De préférence, les moyens de liaison 112, 113 comprennent deux évidements 114, 115 creusés de chaque côté des éléments mobiles 9a, 9b dont un premier évidement 114 recevant une extrémité interne 116 de la première aile 104 et un deuxième évidement 115 recevant une extrémité interne 117 de la deuxième aile 105.
- [0094] L'extrémité interne 116 de la première aile 104 forme un levier contre une partie avant 118 du premier évidement 114 pour pousser le premier élément mobile 9a vers la partie avant 108 du fuselage 102 lorsque la vitesse de l'hydrofoil 100 augmente.
- [0095] Par analogie, l'extrémité interne 117 de la deuxième aile 105 forme également un levier contre une partie avant 119 du deuxième évidement 115 pour pousser le deuxième élément mobile 9b vers la partie avant 108 du fuselage 102 lorsque la vitesse de l'hydrofoil 100 augmente.
- [0096] L'hydrofoil 100 comprend un premier moyen de compression 20a relié au premier élément mobile 9a et opposant une force de résistance à une force exercée par la pression de l'eau sur la première aile 104 lors du déplacement de l'hydrofoil 100 pour que la rétractation de la première aile 104 soit adaptée à la vitesse de l'hydrofoil 100 et à la trajectoire suivie par l'engin nautique.
- [0097] L'hydrofoil 100 comprend également un deuxième moyen de compression 20b relié au deuxième élément mobile 9b et opposant une force de résistance à une force exercée par la pression de l'eau sur la deuxième aile 105 lors du déplacement de l'hydrofoil 100 pour que la rétractation de la deuxième aile 105 soit adaptée à la vitesse de

- l'hydrofoil 100 et à la trajectoire qu'empreinte l'engin nautique.
- [0098] De préférence, les moyens de compression 20a, 20b sont placés à l'avant du fuselage 2.
- [0099] Selon un mode de réalisation possible, le premier moyen de compression 20a comprend un premier ressort 20a monté en compression entre une extrémité avant 121 du fuselage 102 et une extrémité avant 22a du premier élément mobile 9a.
- [0100] Le deuxième moyen de compression 20b comprend un deuxième ressort 20b monté en compression entre une extrémité avant 121 du fuselage 102 et une extrémité avant 22b du deuxième élément mobile 9b.
- [0101] Les ressorts 20a, 20b sont tarés en fonction des besoins et en particulier du rapport portance / traînée / vitesse souhaité.
- [0102] De préférence, les ressorts 20a, 20b sont tarés identiquement et sont identiques.
- [0103] Les ressorts 20a, 20b tendent à repousser indépendamment chacun des éléments mobiles 9a, 9b vers la partie arrière 107 du fuselage 102.
- [0104] La rétractation des ailes 104, 105 se produit à partir d'une vitesse minimale de l'hydrofoil 100 (ou seuil). Il faut que la pression de l'eau sur les ailes 104, 105 soit suffisante pour permettre de compresser les ressorts 20a, 20b.
- [0105] Lorsque l'engin nautique et donc l'hydrofoil 100 est à l'arrêt, les deux ailes 104, 105 sont de préférence perpendiculaires à l'axe longitudinal L du fuselage 102. Un angle α_1 approximativement de 90° est formé entre la première aile 104 et l'axe longitudinal L du fuselage 102. De même, un angle α_2 approximativement de 90° est formé entre la deuxième aile 105 et l'axe longitudinal L du fuselage 102. Les deux ailes 104, 105 sont alignées.
- [0106] Au fur et à mesure que la vitesse de l'engin nautique augmente, la pression de l'eau sur les ailes 104, 105 entraîne une compression des ressorts 20a, 20b et par conséquent la rétractation des ailes 104, 105 en direction de la partie arrière 107 du fuselage 102.
- [0107] Lorsque l'engin nautique va tout droit, la rétractation des ailes 104, 105 est identique et donc les angles α_1 et α_2 sont également identiques.
- [0108] Cependant, lorsque l'engin nautique tourne vers la droite, tel qu'illustré sur le schéma de la [Fig.3], la pression de l'eau sur la première aile 104 est plus importante que la pression de l'eau sur la deuxième aile 105. Le premier ressort 20a est plus comprimé que le deuxième ressort 20b. La première aile 104 est davantage rétractée que la deuxième aile 105.
- [0109] Plus la courbure du virage vers la droite est faible, plus la première aile 104 est repliée. L'angle α_1 est donc plus faible que l'angle α_2 . La portance et donc la traînée dans l'eau sont plus forts pour la première aile 104 que pour la deuxième aile 105.
- [0110] Ce principe est identique pour un virage à gauche par rapport au schéma de la [Fig.3]
- .

- [0111] Les angles α_1 et α_2 ne sont donc pas toujours identiques et dépendent de la direction de l'hydrofoil 100 et du rayon de courbure du virage.
- [0112] Ainsi, chacune des ailes 104, 105 est autonome en cas de variation de trajectoire de l'hydrofoil 100. Cela permet la gestion du différentiel de vitesse dans les virages.
- [0113] Les angles α_1 et α_2 et donc le niveau de portance et de traînée dépendent également du tarage des ressorts 20a, 20b.
- [0114] Selon une variante possible, l'extrémité avant 121 du fuselage 102 comprend un premier ergot 138 dans lequel est inséré une première extrémité 140 du premier ressort 20a. L'extrémité avant 121 du fuselage 102 comprend un deuxième ergot 138a dans lequel est inséré une première extrémité 140a du deuxième ressort 20b.
- [0115] Selon un mode de réalisation, l'empennage 106 est fixé de manière non amovible à la partie arrière 107 du fuselage 102.
- [0116] Selon un autre mode de réalisation, l'empennage 106 comprend deux ailettes 142, 143 sensiblement parallèles aux deux ailes 104, 105.
- [0117] Une première ailette 142 est fixée à une extrémité arrière 23a du premier élément mobile 9a de façon que la première ailette 142 soit mobile en translation entre une position déployée lorsque la première aile 104 est dépliée et une position rétractée à l'intérieur du fuselage 2 lorsque la première aile 104 est rétractée.
- [0118] Une deuxième ailette 143 est fixée à une extrémité arrière 23b du deuxième élément mobile 9b de façon que la deuxième ailette 143 soit mobile en translation entre une position déployée lorsque la deuxième aile 105 est dépliée et une position rétractée à l'intérieur du fuselage 102 lorsque la deuxième aile 105 est repliée.
- [0119] Ainsi, les ailettes 142, 143 sont indépendantes et suivent le mouvement de translation des ensembles mobiles 9a, 9b respectifs suivant l'axe longitudinal L.
- [0120] Le fuselage 102 comprend une première fente latérale 129 s'étendant suivant l'axe longitudinal L pour permettre le passage d'une portion 133 de la première aile 104 et son escamotage à l'intérieur du fuselage 102 lorsque la première aile 104 est en position rétractée.
- [0121] De même, le fuselage 102 comprend une deuxième fente latérale 130 s'étendant suivant l'axe longitudinal L pour permettre le passage d'une portion 134 de la deuxième aile 105 et son escamotage à l'intérieur du fuselage 102 lorsque la deuxième aile 105 est en position rétractée.
- [0122] La première fente latérale 129 comprend une butée 131 à une extrémité avant 136 de la première fente latérale 129.
- [0123] La deuxième fente latérale 130 comprend une butée 132 à une extrémité 137 avant de la deuxième fente latérale 130.
- [0124] Avantagusement, les fentes latérales 129, 130 sont chacune délimitées par un carénage 144, 145 faisant saillie sur la surface externe du fuselage 102, vers

l'extérieur, et recouvrant une partie des ailes 104, 105 pour permettre d'assurer une continuité aérodynamique entre le fuselage 102 et les ailes 104, 105.

Revendications

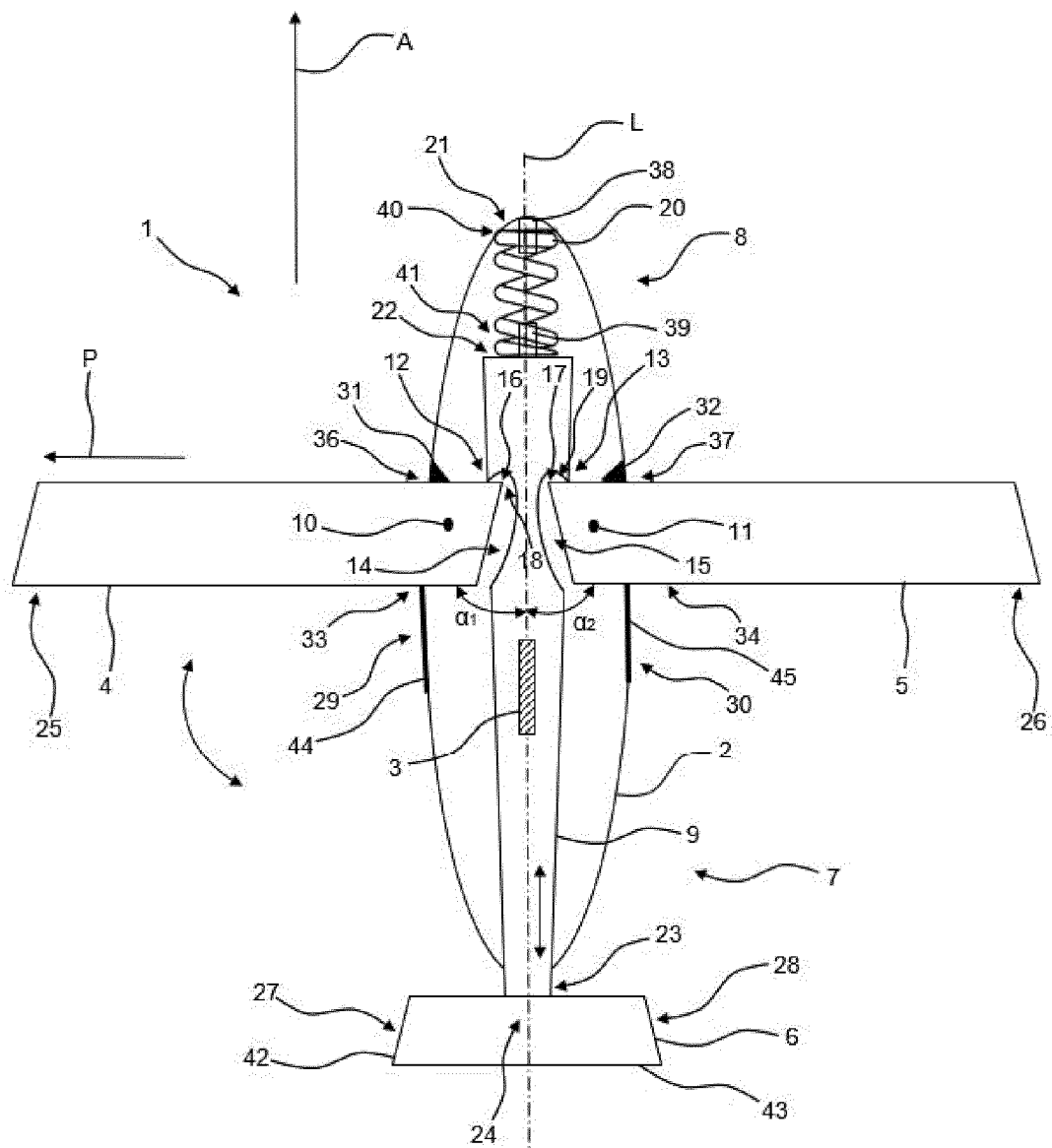
- [Revendication 1] Hydrofoil (1, 100) pour un engin nautique comprenant un fuselage (2, 102) et deux ailes (4, 5, 104, 105) disposées de chaque côté du fuselage (2, 102) et destinées à assurer une portance hydrodynamique à l'hydrofoil (1, 100) lorsqu'il est en déplacement dans l'eau, caractérisé en ce que les deux ailes (4, 5, 104, 105) sont mobiles en rotation par rapport au fuselage (2, 102) entre une position déployée lorsque l'hydrofoil (1, 100) est à l'arrêt et une position rétractée vers une partie arrière (7) du fuselage (2, 102) par la pression de l'eau exercée sur les ailes (4, 5, 104, 105) lorsque l'hydrofoil (1, 100) se déplace dans l'eau, en position déployée, les deux ailes (4, 5, 104, 105) sont sensiblement perpendiculaires par rapport à un axe longitudinal (L) du fuselage (2, 102), en position rétractée, chacune des deux ailes (4, 5, 104, 105) formant un angle avec l'axe longitudinal (L) lorsque la vitesse de l'hydrofoil (1, 100) est supérieure à une vitesse minimale, ledit angle étant inférieur à 90° et diminuant progressivement lorsque la vitesse de l'hydrofoil (1, 100) augmente, les ailes (4, 5, 104, 105) sont mécaniquement reliées à un ensemble mobile (9, 9a, 9b) se déplaçant en translation à l'intérieur du fuselage (2, 102) suivant l'axe longitudinal (L) et par rapport au fuselage (2, 102), la rétractation des deux ailes (4, 5, 104, 105) vers le fuselage (2, 102) entraînant la translation de l'ensemble mobile (9, 9a, 9b) vers une partie avant (8, 108) du fuselage (2, 102), et le déploiement des deux ailes (4, 5, 104, 105) entraînant la translation de l'ensemble mobile (9, 9a, 9b) vers la partie arrière (7, 107) du fuselage (2, 102).
- [Revendication 2] Hydrofoil (1, 100) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les ailes (4, 5, 104, 105) comprennent une première aile (4, 104) montée en rotation sur le fuselage (2, 102) autour d'un premier axe (10, 110) et une deuxième aile (5, 105) montée en rotation sur le fuselage (2, 102) autour d'un deuxième axe (11, 111), l'hydrofoil (1, 100) comprenant des moyens de liaison (12, 13, 112, 113) reliant les ailes (4, 5, 104, 105) à l'ensemble mobile (9, 9a, 9b).
- [Revendication 3] Hydrofoil (1, 100) selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de liaison (12, 13, 112, 113) comprennent deux évidements (14, 15, 114, 115) creusés de chaque côté de l'ensemble mobile (9, 9a, 9b) dont un premier évidement (14, 114) recevant une extrémité interne (16, 116) de la première aile (4, 104) et un deuxième évidement (15, 115)

recevant une extrémité interne (17, 117) de la deuxième aile (5, 105), l'extrémité interne (16, 116) de la première aile (4, 104) formant levier contre une partie avant (18, 118) du premier évidement (14, 114) pour pousser l'ensemble mobile (9, 9a, 9b) vers la partie avant (8, 108) du fuselage (2, 102) lorsque la vitesse de l'hydrofoil (1, 100) augmente et l'extrémité interne (17, 117) de la deuxième aile (5, 105) formant levier contre une partie avant (19, 119) du deuxième évidement (15, 115) pour pousser l'ensemble mobile (9, 9a, 9b) vers la partie avant (8, 108) du fuselage (2, 102) lorsque la vitesse de l'hydrofoil (1, 100) augmente.

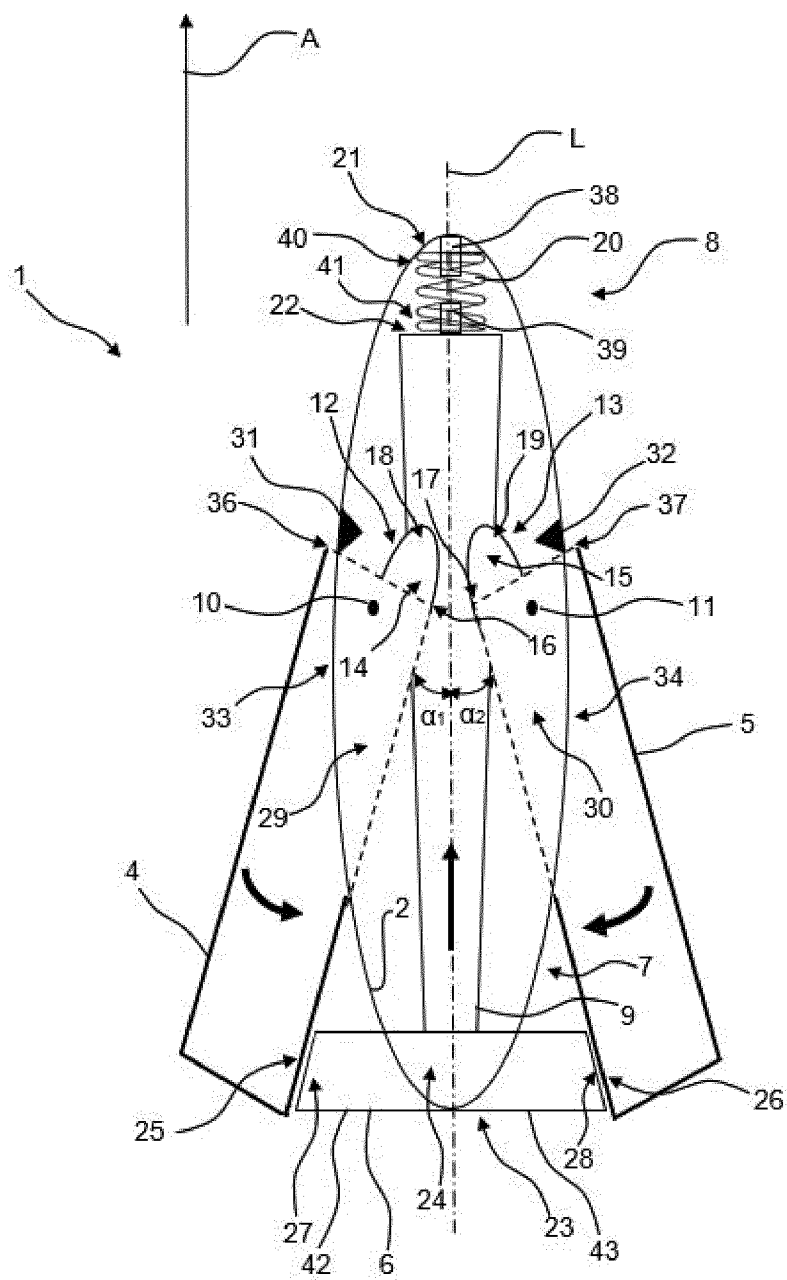
- [Revendication 4] Hydrofoil (1, 100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de compression (20, 20a, 20b) reliés à l'ensemble mobile (9, 9a, 9b) et opposant une force de résistance à une force exercée par la pression de l'eau sur les ailes (4, 5, 104, 105) lors du déplacement de l'hydrofoil (1, 100) pour que la rétractation des ailes (4, 5, 104, 105) soit adaptée à la vitesse de l'hydrofoil (1, 100).
- [Revendication 5] Hydrofoil (1, 100) selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de compression (20, 20a, 20b) comprennent au moins un ressort (20, 20a, 20b) monté en compression entre une extrémité avant (21, 121) du fuselage (2, 102) et une extrémité avant (22, 22a, 22b) de l'ensemble mobile (9, 9a, 9b).
- [Revendication 6] Hydrofoil (1, 100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'ensemble mobile (9, 9a, 9b) présente une forme allongée suivant l'axe longitudinal (L), l'hydrofoil comprenant un empennage (6, 106) fixé à une extrémité arrière (23, 23a, 23b) de l'ensemble mobile (9, 9a, 9b) de façon à ce que l'empennage (6, 106) soit mobile en translation entre une position déployée lorsque les ailes (4, 5, 104, 105) sont déployées et une position rétractée vers le fuselage (2, 102) lorsque les ailes (4, 5, 104, 105) sont rétractées.
- [Revendication 7] Hydrofoil (1, 100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'ensemble mobile (9, 9a, 9b) comprend un premier élément mobile (9a) actionné par la pression de l'eau sur la première aile (104) et un deuxième élément mobile (9b) actionné par la pression de l'eau sur la deuxième aile (105), le premier élément mobile (9a) et le deuxième élément mobile (9b) se déplaçant indépendamment l'un par rapport à l'autre en fonction de la trajectoire suivie par l'hydrofoil (100).
- [Revendication 8] Engin nautique, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un hydrofoil (1, 100) tel que défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,

l'hydrofoil (1, 100) étant fixé à l'engin nautique par un mât (3).

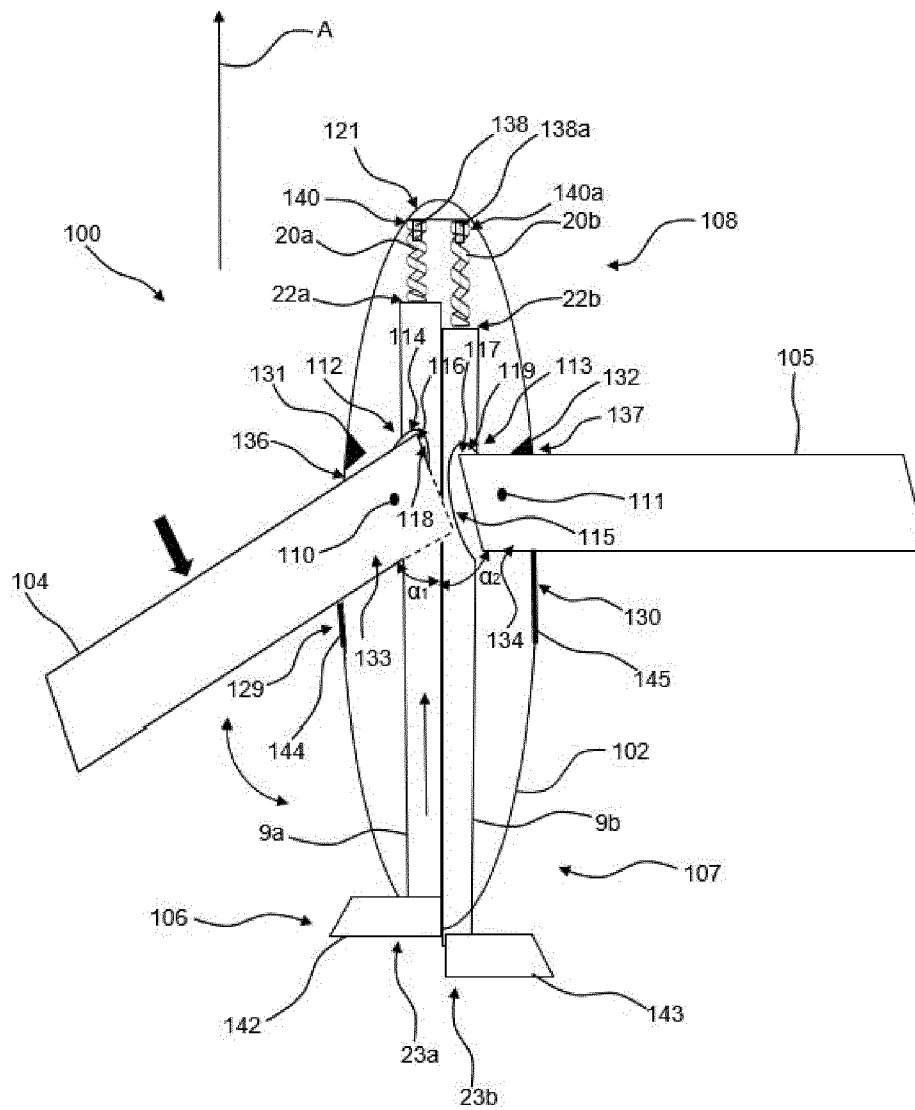
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 1]

