

(19)



(11)

EP 3 997 287 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:

04.09.2024 Bulletin 2024/36

(21) Numéro de dépôt: **20737200.4**

(22) Date de dépôt: **10.07.2020**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

E04H 12/02 ^(2006.01) **E04H 12/20** ^(2006.01)
H01Q 1/08 ^(2006.01) **H01Q 1/12** ^(2006.01)
H01Q 1/20 ^(2006.01) **H01Q 1/36** ^(2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

E04H 12/02; E04H 12/20; H01Q 1/081;
H01Q 1/1235; H01Q 1/20; H01Q 1/288;
H01Q 11/086; H01Q 15/161

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/EP2020/069645

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2021/009072 (21.01.2021 Gazette 2021/03)

(54) **STRUCTURE PLIABLE/DÉPLOYABLE COMPORTANT UN MÂT DÉPLOYABLE**

FALTBARE/AUSFAHRBARE STRUKTUR MIT EINEM AUSFAHRBAREN MAST

FOLDABLE/DEPLOYABLE STRUCTURE COMPRISING A DEPLOYABLE MAST

(84) Etats contractants désignés:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **12.07.2019 FR 1907867**

(43) Date de publication de la demande:

18.05.2022 Bulletin 2022/20

(73) Titulaires:

- **Clix Industries**
31850 Montrabe (FR)
- **Anywaves**
31000 Toulouse (FR)

(72) Inventeurs:

- **CAPET, Nicolas**
31000 Toulouse (FR)
- **BOUDINOT, Richard**
31820 Pibrac (FR)

(74) Mandataire: **BARRE LAFORGUE**

35, rue Lancefoc
31000 Toulouse (FR)

(56) Documents cités:

GB-A- 2 456 424 **US-A- 3 913 109**
US-A1- 2005 224 545

EP 3 997 287 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne une structure pliable/déployable à déploiement spontané comportant un mât déployable.

[0002] De telles structures déployables comprenant un tel mât déployable peuvent faire l'objet de nombreuses applications terrestres (abris provisoires, panneaux d'affichage, supports de capteurs, détecteurs, émetteurs, récepteurs...) ou spatiales (support d'organes mécaniques tels qu'une voile de freinage d'un satellite, des panneaux solaires déployables ; de capteurs tels qu'une caméra, un émetteur, un récepteur, ou encore un magnétomètre...).

[0003] En particulier, de tels capteurs ou organes d'un mât spatial doivent être portés par l'extrémité distale du mât afin de les éloigner du corps principal du système spatial et permettre d'effectuer des mesures sur ce corps principal ou être hors de son influence électromagnétique par exemple. Un tel mât spatial présente parfois une longueur allant jusqu'à plusieurs mètres et doit pouvoir être replié au lancement et être déployé uniquement lorsque la structure spatiale est dans l'espace, en position d'utilisation.

[0004] On connaît déjà du document US 2004/0046085 un mât déployable pour des applications spatiales et formé d'un tube gonflable. Un tel mât présente une grande légèreté mais ne présente pas une stabilité, une précision de positionnement et une rigidité satisfaisantes. On connaît aussi de GB2456424 un support comprenant un tube gonflable et de US3913109 un support conforme au préambule de la revendication 1.

[0005] Le document WO2010/004168 propose un mât déployable comprenant une ossature formée d'une succession d'étages articulés les uns aux autres deux à deux en prolongement les uns des autres selon un axe de déploiement, les étages étant articulés les uns aux autres par des charnières. Un tel mât pouvant être verrouillé à l'état déployé nécessite une ossature complexe comprenant des plaquettes articulées entre elles.

[0006] L'invention vise à proposer une structure déployable présentant une excellente précision de positionnement lors du déploiement.

[0007] L'invention vise également à proposer une structure déployable présentant une stabilité et une tenue aux sollicitations mécaniques améliorées à l'état déployé.

[0008] L'invention vise également à fournir une structure déployable qui présente une excellente tenue aux sollicitations mécaniques, tant en traction ou en compression, selon un axe de déploiement longitudinal de la structure une fois déployée, qu'en sollicitations selon des axes formant un angle non nul avec cet axe de déploiement longitudinal.

[0009] L'invention vise enfin à fournir une structure déployable qui soit simple et économique à fabriquer et à mettre en oeuvre.

[0010] Plus précisément, l'invention a pour objet une

structure pliable/déployable selon la revendication 1.

[0011] Le dispositif de haubanage d'une structure selon l'invention permet donc d'augmenter la précision de positionnement du mât, notamment lors de son déploiement, mais également d'augmenter la tenue aux sollicitations mécaniques d'un mât à l'état déployé et en particulier d'éviter sa distorsion hors de l'axe de déploiement longitudinal.

[0012] Dans tout le texte, le terme « longitudinal » et ses dérivés se réfèrent, lorsque la structure présente une ligne droite de déploiement, à la direction longitudinale droite selon laquelle elle est déployée. Lorsque la structure est plus ou moins courbée ou présente une ligne de déploiement plus ou moins courbée entre ses extrémités longitudinales, ils se réfèrent, en toute section droite de la structure, à une direction tangente à la ligne de déploiement. Les termes « transverse », « transversal » et ses dérivés, et le terme « latéral » et ses dérivés, se réfèrent à des directions orthogonales à la direction longitudinale.

[0013] Dans tout le texte, le terme « proximal » se réfère aux éléments de la structure disposés du côté de la base et le terme « distal » se réfère aux éléments de la structure disposés du côté de l'extrémité du mât opposée à celle fixée à la base, soit aux éléments plus éloignés de la base que ceux disposés dudit côté proximal.

[0014] Différents modes de réalisation sont possibles en ce qui concerne le mât. Il peut s'agir d'un mât pliable/déployable à déploiement spontané, c'est-à-dire dont la structure est telle qu'elle tend spontanément à se déployer à partir d'un état replié. Il peut par exemple également s'agir d'un mât tel qu'un mât formé d'un tube gonflable dont le gonflement est déclenché par un dispositif dédié.

[0015] Différents modes de réalisation sont possibles en ce qui concerne le dispositif de haubanage. En particulier, dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, ledit organe de liaison est résistant en traction -notamment en traction longitudinale-. Chaque organe de liaison du dispositif de haubanage présente au moins un point de fixation à ladite base et au moins un point de fixation audit mât, c'est-à-dire un unique point ou une pluralité de points juxtaposés et formant des lignes de fixation ou non. Ainsi chaque organe de liaison choisi dans le groupe formé des tissus, des non-tissés et des bandes (ou des bandelettes) peut présenter une ligne de fixation à ladite base et/ou au moins un point de fixation audit mât. En alternative ou en combinaison chaque organe de liaison choisi dans le groupe formé des tissus, des non-tissés et des bandes (ou des bandelettes) peut également présenter un ou plusieurs points de fixation distincts (non adjacents entre eux, c'est-à-dire ne formant pas une ligne de fixation).

[0016] Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, ledit dispositif de haubanage comprend au moins deux liens, au moins un desdits liens étant une bande présentant au moins deux points de fixation à ladite base et au moins deux points de fixation audit mât.

[0017] Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, ledit dispositif de haubanage comprend au moins trois liens, chaque lien présentant au moins un point de fixation à ladite base et au moins un point de fixation audit mât. En d'autres termes, chaque lien relie au moins un point de ladite base à au moins un point dudit mât. Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, ledit dispositif de haubanage comprend au moins quatre liens, chaque lien reliant au moins un point de ladite base à au moins un point dudit mât. Le dispositif de haubanage peut également comprendre plus de quatre liens, par exemple cinq liens, six liens, sept liens, huit liens ou encore dix ou douze liens.

[0018] Ledit dispositif de haubanage peut donc se présenter sous la forme d'une pluralité de liens reliant au moins un point de ladite base à au moins un point dudit mât, ou encore d'un tissu s'étendant au moins partiellement autour dudit mât à l'état déployé. Il peut par exemple s'agir d'un tissu sous la forme d'une voile ou encore d'une chaussette s'étendant autour dudit mât à l'état déployé. Une telle chaussette présente de préférence au moins deux points d'attache à ladite base, et en particulier au moins une ligne d'attache, ladite chaussette reliant ledit mât à ladite base selon une telle ligne d'attache. Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, ledit dispositif de haubanage comprend un organe de liaison choisi dans le groupe formé des tissus et des non-tissés, ledit organe de liaison s'étendant entièrement autour dudit mât à l'état déployé.

[0019] En particulier, dans certains modes de réalisation, il est à noter que chaque organe de liaison dudit dispositif de haubanage ne s'étend pas au contact dudit mât à l'état déployé (à l'exception de chaque point dudit mât relié à un point de ladite base par un lien). Ainsi, dans le cas d'un dispositif de haubanage se présentant sous la forme d'une chaussette en tissu, la chaussette s'étend autour dudit mât à l'état déployé de façon à présenter une section droite transversale non confondue avec la section droite transversale dudit mât dans un même plan. Ceci a pour effet de limiter d'autant plus efficacement les déplacements transverses du mât par rapport à la base au moins dans un état déployé dudit mât.

[0020] En particulier, dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, chaque organe de liaison est formé d'au moins un matériau choisi dans le groupe formé des matériaux polymères flexibles, des matériaux composites flexibles, des tissus de fibres synthétiques (fibres de carbone, fibres de verre, fibres aramides (polyamides aromatiques), fibres de bore...), des fils de fibres synthétiques (fibres de polyamide, fibres de polyester, fibres de polyéthylène, chlorofibres, fibres acryliques, fibres de polypropylène, fibres de polyuréthane...), des fibres métalliques, des fibres de béryllium, des fibres céramiques, des fibres cellulose et de leurs mélanges.

[0021] Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, ladite structure comprend un dispositif de

commande du déclenchement du déploiement associé audit mât de façon à pouvoir autoriser son déploiement longitudinal à l'état déployé à partir de l'état replié.

[0022] Différents modes de réalisation sont possibles en ce qui concerne la disposition des points de fixation dudit dispositif de haubanage audit mât. Les points de fixation dudit dispositif de haubanage audit mât sont de préférence disposés au-delà de la moitié de la hauteur dudit mât à l'état déployé, notamment au-delà de deux tiers de la hauteur dudit mât à l'état déployé, c'est-à-dire disposés sur une portion distale dudit mât. Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, chaque organe de liaison relie ladite base à une portion distale dudit mât à l'état déployé. En particulier, dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, chaque organe de liaison relie ladite base à une extrémité distale dudit mât à l'état déployé.

[0023] Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, ladite structure comprend un dispositif de mise en tension dudit dispositif de haubanage, en particulier de mise en tension de chaque organe de liaison dudit dispositif de haubanage, adapté pour pouvoir mettre en tension chaque organe de liaison dudit dispositif de haubanage, à l'état déployé du mât. Le dispositif de mise en tension est un dispositif distinct du mât lui-même et distinct du dispositif de haubanage. Il est choisi pour pouvoir mettre sous tension ou accroître la tension des organes de liaison, lorsque le mât déployable est à l'état déployé - notamment uniquement lorsque le mât déployable est à l'état déployé-. Le dispositif de mise en tension permet par exemple, lorsque le mât est à l'état déployé, un mouvement relatif d'éloignement entre au moins un -notamment chaque- point de fixation dudit dispositif de haubanage audit mât et la base. Il permet alors un positionnement précis du mât déployable, à l'état déployé. Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, le dispositif de mise en tension est choisi pour permettre de maintenir une extrémité proximale du mât à l'état déployé, à une distance de ladite base supérieure à la distance séparant l'extrémité proximale dudit mât de ladite base lorsque ledit mât est à l'état replié. Différents modes de réalisation sont possibles en ce qui concerne le dispositif de mise en tension dudit dispositif de haubanage. Un tel dispositif de mise en tension peut par exemple comprendre un vérin et/ou un actionneur permettant d'écarter le mât (c'est-à-dire l'extrémité proximale du mât disposée du côté de la base de la structure) de la base. En particulier, dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, ledit dispositif de mise en tension dudit dispositif de haubanage comporte un ressort hélicoïdal adapté pour pouvoir être comprimé à l'état replié dudit mât et étendu à l'état déployé dudit mât de façon à maintenir (lorsque le mât est à l'état déployé) une extrémité proximale dudit mât à une distance de ladite base supérieure à la distance séparant ledit mât - notamment ladite extrémité proximale dudit mât - de ladite base lorsque ledit mât est à l'état replié.

[0024] Dans certains modes de réalisation conformes

à l'invention, la base comprend des volets, en particulier au moins trois volets, adaptés pour pouvoir pivoter entre au moins une position fermée dans laquelle lesdits volets forment un réceptacle apte à recevoir au moins en partie ledit mât en position repliée, et au moins une position ouverte dans laquelle les volets sont pivotés de façon à s'écarter dudit mât, chaque organe de liaison reliant au moins un point d'un volet à au moins un point dudit mât.

[0025] Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, en position déployée, chaque organe de liaison s'étend selon au moins une direction formant un angle non nul par rapport à l'axe de déploiement longitudinal dudit mât.

[0026] Conformément à l'invention, ladite structure comprend une antenne (c'est-à-dire une antenne de communication de données). Les satellites embarquent une antenne permettant d'émettre et/ou de recevoir lesdites données par rayonnement d'un faisceau électromagnétique, ainsi que des moyens pour orienter ce faisceau électromagnétique vers une cible qui peut être une station au sol ou un autre satellite.

[0027] Différents modes de réalisation sont possibles en ce qui concerne la disposition de l'antenne sur la structure. L'antenne peut par exemple être disposée à l'extrémité distale du mât ou sur la base. Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, en position déployée, ladite antenne est hélicoïdale et s'étend selon une direction longitudinale sensiblement parallèle audit axe de déploiement longitudinal, ledit mât s'étendant longitudinalement à l'intérieur de ladite antenne. Il est également possible de prévoir que l'antenne soit disposée à l'intérieur du mât.

[0028] Conformément à l'invention, ledit dispositif de haubanage, notamment chaque organe de liaison, présente au moins un point de fixation à ladite antenne. Ceci permet en particulier de coordonner le déploiement du mât et le déploiement de l'antenne lorsque l'antenne est une antenne pliable/déployable.

[0029] Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, l'antenne comprend une source rayonnante, adaptée pour rayonner des ondes électromagnétiques et un réflecteur principal, de l'antenne, l'antenne étant adaptée pour que le réflecteur principal puisse rayonner ledit faisceau électromagnétique à partir des ondes électromagnétiques rayonnées par la source rayonnante. Un tel réflecteur principal peut par exemple présenter au moins sensiblement une forme de paraboloïde hyperbolique.

[0030] Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, ledit mât adopte, à l'état déployé, une forme stable rigide en compression axiale. Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, la structure est verrouillée à l'état déployé.

[0031] Les organes de liaison du dispositif de haubanage sont répartis et fixés entre le mât et la base d'une structure selon l'invention de façon à être adaptés pour limiter les déplacements transverse du mât par rapport à la base à l'état déployé. En particulier, dans certains

modes de réalisation conformes à l'invention, le dispositif de haubanage est adapté pour pouvoir maintenir ledit mât isostatique par rapport à ladite base. En particulier, dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, lorsque le dispositif de haubanage comporte au moins quatre points de fixation à la base et au moins quatre points de fixation au mât, le dispositif de haubanage est adapté pour pouvoir maintenir ledit mât hypers-tatique par rapport à ladite base.

[0032] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante donnée à titre non limitatif de certains de ses modes de réalisation possibles et qui se réfère aux figures annexées dans lesquelles :

[Fig. 1] est une vue en perspective d'une structure selon un premier mode de réalisation de l'invention à l'état replié,

[Fig. 2] est une vue en perspective d'une structure selon le premier mode de réalisation de l'invention,

[Fig. 3] est une vue en perspective d'une structure selon le premier mode de réalisation de l'invention à l'état déployé,

[Fig. 4] est une vue en perspective d'une structure selon le premier mode de réalisation de l'invention à l'état déployé,

[Fig. 5] est une vue en perspective d'une structure selon un deuxième mode de réalisation de l'invention à l'état replié,

[Fig. 6] est une vue en perspective d'une structure selon le deuxième mode de réalisation de l'invention à l'état déployé,

[Fig. 7] est une vue en perspective d'un détail d'une structure selon le deuxième mode de réalisation de l'invention à l'état déployé,

[Fig. 8] est une vue en perspective d'un détail d'une structure selon le deuxième mode de réalisation de l'invention à l'état déployé,

[Fig. 9] est une vue en perspective d'une structure selon un troisième mode de réalisation de l'invention à l'état déployé,

[Fig. 10] est une vue en perspective d'une structure selon un quatrième mode de réalisation de l'invention à l'état déployé.

[0033] Selon un premier mode de réalisation selon l'invention, une structure 1 pliable/déployable représentée aux figures 1 à 4 comporte un mât 4 déployable selon un axe de déploiement longitudinal définissant égale-

ment une direction longitudinale de la structure.

[0034] En particulier, le mât 4 est à déploiement spontané. Il peut par exemple s'agir d'un mât gonflable ou d'un mât entièrement constitué d'une seule pièce d'un même matériau (par exemple un matériau polymère ou composite à matrice polymère, ou encore d'un matériau métallique) et adapté pour pouvoir être replié localement en toute zone de ce mât de façon à former une charnière de pliage à déploiement spontané. Il peut encore s'agir d'un mât déployable comprenant une ossature formée d'une succession d'étages articulés les uns aux autres tel que décrit dans WO2010/004168.

[0035] Le mât 4 déployable adapté pour pouvoir être placé soit dans un état replié dans lequel il occupe un encombrement axial minimum, soit dans un état déployé dans lequel il présente une forme prédéterminée. En particulier, le mât 4 adopte, à l'état déployé, une forme stable rigide en compression axiale.

[0036] Le mât déployable s'étend entre deux extrémités longitudinales. En particulier, à l'état déployé, le mât 4 présente une même section droite transversale entre ses deux extrémités longitudinales. En particulier, le mât 4 présente une forme générale sensiblement cylindrique à l'état déployé. Toutefois, le mât 4 peut également présenter une forme plus complexe non profilée, par exemple une succession de portions tronconiques ou ondulées.

[0037] Dans les modes de réalisation représentés aux figures 1 à 9 le mât 4 présente une extrémité 9 proximale conique. Dans les modes de réalisation représentés aux figures 1 à 9 le mât 4 présente à son extrémité distale un plateau 7 se présentant sous la forme d'un disque.

[0038] Le mât 4 déployable repose sur une base 10 de la structure 1. Dans les modes de réalisation représentés aux figures 1 à 9, la base 10 présente une forme parallélépipédique, l'extrémité proximale du mât 4 reposant sur l'une des faces principales dudit parallélépipède. La base 10 peut être formée de tout organe ou système muni d'un mât déployable. Il peut en particulier s'agir d'un satellite et en particulier d'un satellite miniaturisé (par exemple d'un nanosatellite).

[0039] Le mât 4 est relié à la base 10 (directement ou indirectement) par tout type de liaison, il peut en particulier s'agir d'une liaison de type rotule, une telle liaison permettant notamment de limiter les contraintes exercées sur le mât déployé.

[0040] La structure 1 pliable/déployable comprend un dispositif de haubanage comprenant quatre liens 22, chaque lien 22 reliant au moins un point de ladite base 10 à au moins un point dudit mât 4. Le dispositif de haubanage comprend au moins deux liens (c'est à dire un nombre de liens supérieur ou égal à deux). Le dispositif de haubanage peut donc également comprendre par exemple cinq liens ou encore jusqu'à dix, vingt ou trente liens 22. Les liens 22 sont répartis autour du mât 4 de façon à être régulièrement espacés ou non entre eux, en fonction des applications et des sollicitations mécaniques auxquelles est susceptible d'être soumise la structure. Il

pourrait par exemple être avantageux de prévoir de renforcer la résistance aux sollicitations transverses d'un côté de la structure. Le dispositif de haubanage n'est donc pas nécessairement symétrique.

[0041] Chaque lien 22 peut par exemple être formé d'au moins un fil, un câble, une bande ou une bandelette en au moins un matériau choisi dans le groupe formé des matériaux polymères flexibles, les matériaux composites flexibles, des tissus de fibres synthétiques (fibres de carbone, fibres de verre, fibres aramides (polyamides aromatiques), fibres de bore...), des fils de fibres synthétiques (fibres de polyamide, fibres de polyester, fibres de polyéthylène, chlorofibres, fibres acryliques, fibres de polypropylène, fibres de polyuréthane...), des fibres métalliques, des fibres de béryllium, des fibres céramiques, des fibres cellulosiques et de leurs mélanges. En particulier, chaque lien est formé d'au moins un fil, un câble ou une bande, souple et résistant en traction.

[0042] Chaque lien 22 peut par exemple être formé de fibres en aramide. De telles fibres sont souples et résistantes en traction.

[0043] Chaque lien 22 peut être fixé à la base et au mât à l'aide d'une boucle, en le passant à l'intérieur d'une ouverture formée dans la base ou dans le mât, ou encore par collage à l'aide d'une résine synthétique. Dans le premier mode de réalisation représenté aux figures 1 à 4, chaque lien 22 est fixé d'une part, à un bord du plateau 7 à l'extrémité distale du mât 4 par passage à l'intérieur d'une ouverture 8, le plateau présentant quatre ouvertures 8, et, d'autre part, à un point 18 d'un bord de chaque volet 15.

[0044] La structure 1 pliable/déployable comprend en outre un dispositif 30 de mise en tension du dispositif de haubanage. Un tel dispositif de mise en tension est par exemple adapté pour permettre de repousser l'extrémité proximale du mât 4 de la base, par exemple à l'aide d'un vérin et/ou d'un actionneur. Il pourrait également encore s'agir d'enrouleurs adaptés pour mettre en tension chaque lien 22 une fois le mât déployé. Le dispositif de mise en tension du dispositif de haubanage peut également permettre de régler la longueur de chaque lien, notamment au cours du déploiement du mât dans le cas où chaque lien 22 se déploie simultanément au mât 4. La structure 1 pliable/déployable peut également comprendre un tel dispositif de réglage de la longueur de chaque lien 22 distinct du dispositif de mise en tension du dispositif de haubanage. Dans le premier mode de réalisation d'une structure 1 selon l'invention, le dispositif 30 de mise en tension du dispositif de haubanage comporte un ressort hélicoïdal adapté pour pouvoir être comprimé à l'état replié du mât 4 et étendu (par détente dudit ressort) à l'état déployé du mât 4 de façon à maintenir l'extrémité proximale du mât à une distance de la base 10 supérieure à la distance séparant le mât de la base 10 lorsque le mât 4 est à l'état replié. La structure 1 pourrait en outre comprendre par exemple un dispositif de réglage de la longueur de chaque lien 22 prévu en chaque point de fixation d'un lien 22 au plateau 7 et/ou au point 18 de

chaque volet 15, un tel dispositif de réglage de la longueur de chaque lien pourrait par exemple être du type d'un dispositif à vis sans fin. En particulier, un tel dispositif de réglage n'est pas nécessaire lorsque le dispositif de haubanage de la structure comporte trois liens ou plus.

[0045] La structure 1 pliable/déployable peut également comprendre un dispositif de commande du déclenchement du déploiement associé audit mât de façon à pouvoir autoriser son déploiement longitudinal à l'état déployé à partir de l'état replié.

[0046] Dans le premier mode de réalisation d'une structure 1 représenté aux figures 1 à 4, la base 10 comprend quatre volets 15 pivotants. En position fermée les volets 15 forment un réceptacle apte à recevoir le mât 4 en position repliée (figure 1). En position ouverte les volets 15 sont pivotés vers l'extérieur de la structure de façon à s'écarter du mât 4 (figure 2), chaque lien 22 reliant chaque volet 15 au plateau 7 à l'extrémité distale du mât 4. Chaque volet 15 comprend un panneau 16 dont les faces principales sont sensiblement carrées ou rectangulaires. Une tige 17 pivotante relie chaque volet 15 à la base 10.

[0047] Le dispositif de commande du déclenchement du déploiement associé audit mât peut être couplé à un dispositif de maintien du mât à l'état replié.

[0048] Divers modes de réalisation peuvent être envisagés en ce qui concerne le dispositif de maintien du mât à l'état replié. Selon d'autres modes de réalisation non représentés, il est possible d'utiliser au moins un fil ou un câble en matériau polymère thermoplastique pour maintenir la structure à l'état replié.

[0049] Le dispositif de maintien du mât en position repliée peut notamment prendre la forme d'un fil, d'un faisceau de fils, d'une bande, d'un collier de serrage unidirectionnel, d'un manchon (tissé ou non)... Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, ledit dispositif de maintien comprend au moins un fil en matériau polymère thermoplastique qui est adapté pour pouvoir être rompu par fusion. Il peut s'agir d'un unique fil ou d'un faisceau de fils, éventuellement tissés entre eux. Une structure déployable selon l'invention peut par exemple comprendre un microcontrôleur permettant de commander la rupture dudit dispositif de maintien en au moins un point de façon à permettre le déploiement dudit mât.

[0050] Dans certains modes de réalisation conformes à l'invention, le matériau formant ledit dispositif de maintien est choisi dans le groupe formé des matériaux polymères présentant une température de fusion inférieure à 300°C, notamment une température de fusion comprise entre 0°C et 280°C, en particulier dans le groupe formé des polypropylènes (PP), des polyéthylènes (PE) (par exemple le Dyneema® commercialisé par DSM® (Heerlen, Pays-Bas) (« UHMNPE » ou polyéthylène à ultra haut poids moléculaire)), des polyaramides (par exemple le Kevlar® commercialisé par DuPont® (Midland, États-Unis)), des polyamides, des polyesters, leurs composites et leurs mélanges.

[0051] Dans certains modes de réalisation conformes

à l'invention, le dispositif de maintien du mât à l'état replié comprend au moins un dispositif chauffant adapté pour pouvoir rompre par fusion ledit dispositif de maintien. Il peut par exemple s'agir d'un dispositif chauffant (parfois appelé « couteau chauffant ») formé d'un fil (par exemple un fil métallique tel qu'un alliage de nickel et de chrome) ou d'une plaque métallique adaptée pour pouvoir atteindre une température prédéterminée au moins égale à la température de fusion du matériau formant ledit dispositif de maintien à rompre. Le dispositif chauffant comprend en particulier un matériau électriquement conducteur adapté pour pouvoir s'échauffer par effet Joule ($P=RI^2$ en régime de courant continu, P représentant une puissance électrique, R la résistance électrique du dispositif chauffant et I l'intensité électrique) lorsqu'il est relié électriquement aux deux bornes d'un générateur.

[0052] Le dispositif de commande du déclenchement du déploiement associé au mât 4 peut donc être un dispositif permettant de désactiver le dispositif de maintien du mât à l'état replié. Il peut s'agir d'un dispositif chauffant dans le cas d'un maintien à l'aide d'un fil fusible ou d'un faisceau de fils fusibles, ou encore des volets 15 dans le premier mode de réalisation d'une structure selon l'invention, les volets 15 fermés pouvant par exemple exercer une compression du mât à l'état replié telle que lorsque l'ouverture par pivotement des volets 15 est déclenchée, le mât 4 soit libéré et son déploiement ainsi déclenché. Il est également possible de combiner les deux dans une même structure pliable/déployable (maintien à l'aide de fils fusibles et maintien à l'état replié par les volets 15).

[0053] En outre, le dispositif 30 de mise en tension de sorte peut être tel que la structure puisse se déployer en une seule étape ou en au moins deux étapes de détente. Si le dispositif de mise en tension est actionné ou activé spontanément ou concomitamment au dispositif de commande du déploiement associé au mât, on peut parler de détente en une seule étape, la mise en tension des liens du dispositif de haubanage étant réalisée au cours du déploiement du mât et en particulier en fin de déploiement du mât. Le mât ainsi déployé étant très rapidement stable et apte à résister aux sollicitations mécaniques transverses.

[0054] Dans une deuxième variante, il est possible de déclencher la mise en tension des liens du dispositif de haubanage par le dispositif de mise en tension de façon distincte du dispositif de commande du déclenchement du déploiement associé au mât, le déploiement de la structure pouvant alors être réalisé en au moins deux étapes (déploiement du mât 4 puis mise en tension du dispositif de haubanage). Pour ce faire, il est par exemple possible de prévoir un fil fusible retenant le ressort hélicoïdal en position comprimée associé à un dispositif chauffant adapté pour pouvoir rompre ce fil fusible au moment voulu.

[0055] Ainsi, par exemple si le dispositif 30 de mise en tension est un ressort hélicoïdal qui est comprimé à l'état replié de la structure et sa détente permise simultanément

ment au déclenchement du déploiement du mât 4, le déploiement de la structure aura lieu en une seule étape (bien que ce déploiement puisse toutefois s'opérer progressivement jusqu'à la mise en tension effective des liens du dispositif de haubanage, typiquement en quelques secondes).

[0056] La figure 3 représente la structure 1 après déclenchement du déploiement du mât 4 et en fin de déploiement dudit mât, le mât ayant atteint sa longueur maximale prédéterminée correspondant à son état déployé. La figure 4 représente la structure 1 après déploiement dudit mât et mise en tension des liens 22 du dispositif de haubanage, le ressort hélicoïdal 30 étant plus étendu que le ressort hélicoïdal 30 visible en figure 3. Après mise en tension du dispositif de haubanage, les liens 22 qui ne sont pas tendus sur la figure 3 le deviennent sur la figure 4 de façon à obtenir une structure 1 dont la position à l'état déployé du mât 4 est précise et stable. Ainsi, après déploiement du mât 4 et mise en tension des liens 22 du dispositif de haubanage le mât 4 est maintenu de façon isostatique ou hyperstatique par rapport à ladite base 10. En outre, le dispositif 30 de mise en tension permet de verrouiller la structure 1 à l'état déployé.

[0057] Dans le mode de réalisation représenté aux figures 5 à 8, la structure 2 pliable/déployable diffère d'une structure 1 selon le premier mode de réalisation représenté aux figures 1 à 4 en ce que les liens 42 sont fixés directement à la base 10 et non par l'intermédiaire de volets 15.

[0058] La structure 2 pliable/déployable représentée aux figures 5 à 8 comporte un mât 4 déployable identique au mât selon le premier mode de réalisation d'une structure selon l'invention et repose sur une même base 10.

[0059] La structure 2 pliable/déployable représenté aux figures 5 à 8 comprend un dispositif de haubanage comprenant quatre liens 42, chaque lien 42 reliant au moins un angle 45 de la base 10 à au moins un point du plateau 7 à l'extrémité distale du mât 4.

[0060] La figure 5 représente la structure 2 à l'état replié (avant déclenchement du déploiement du mât). Sur la figure 5 le ressort hélicoïdal du dispositif 30 de mise en tension du dispositif de haubanage est comprimé.

[0061] La figure 6 représente la structure 2 à l'état déployé et après mise en tension des liens 42 du dispositif de haubanage par détente du ressort hélicoïdal du dispositif 30 de mise en tension du dispositif de haubanage (comme en figure 4 en ce qui concerne la structure 1 selon le premier mode de réalisation).

[0062] La figure 7 représente un détail d'une structure 2 dont le mât est à l'état déployé, avant mise en tension des liens 42 du dispositif de haubanage (le ressort hélicoïdal étant comprimé). La figure 8 représente un détail d'une structure 2 dont le mât est à l'état déployé, après mise en tension des liens 42 du dispositif de haubanage conformément à la représentation de la figure 6, le ressort hélicoïdal étant étendu.

[0063] Dans un troisième mode de réalisation de l'in-

vention représenté à l'état déployé à la figure 9, une structure 3 pliable/déployable diffère d'une structure 1 selon le premier mode de réalisation en ce qu'elle comprend en outre une antenne 50.

[0064] Différentes configurations sont possibles en ce qui concerne le type d'antenne et sa disposition dans la structure. L'antenne peut être fixée à la base, à l'extrémité du mât, ou encore autour ou à l'intérieur du mât 4. L'antenne 50 représentée à la figure 9 est hélicoïdale et s'étend selon une direction longitudinale sensiblement parallèle à l'axe de déploiement longitudinal de la structure 3, le mât 4 s'étendant longitudinalement à l'intérieur de l'antenne 50. L'antenne 50 est fixée à chaque extrémité longitudinale du mât 4 et peut être comprimée à la façon d'un ressort, de sorte qu'à l'état replié, la structure 3 présente le même encombrement axial que les structures 1 ou 2 selon le premier mode et le deuxième mode de réalisation.

[0065] Dans une variante (non représentée) il est également possible de prévoir que le dispositif de haubanage, ici les liens 22, soient reliés en un ou plusieurs points à l'antenne par des points de fixation, par exemple à l'aide d'une résine synthétique comme des points de colle ou à l'aide de liens secondaires ou autres types d'attaches ou de boucles additionnelles.

[0066] Selon un quatrième mode de réalisation d'une structure 70 selon l'invention représenté à la figure 10, une structure 70 pliable/déployable diffère d'une structure 1 selon le premier mode de réalisation en ce que le dispositif de haubanage est formé d'un organe de liaison choisi dans le groupe formé des tissus et des non-tissés, le tissu (ou le non-tissé) s'étendant entièrement autour dudit mât 4 à l'état déployé à la façon d'une chaussette 60. La chaussette 60 est fixée selon une ligne de fixation circulaire à la base 110 et également selon une ligne de fixation circulaire sur le plateau 7 à l'extrémité distale du mât 4, le mât 4 étant disposé à l'intérieur de la chaussette 60. La chaussette peut également intégrer une antenne 65 hélicoïdale, l'antenne étant disposée autour (à l'extérieur) du mât 4 à l'état déployé de la structure.

[0067] À l'état replié (figures 1, 2 et 5) (avant déploiement), le mât 4 peut par exemple se présenter sous la forme générale d'un cylindre dont les dimensions externes sont de l'ordre de 100 mm de hauteur avec un diamètre de l'ordre de 9 mm.

[0068] À l'état déployé (figures 4, 6 et 9), le mât 4 peut par exemple présenter des dimensions externes telles que le mât présente une longueur de l'ordre de 60 mm, ou encore pouvant aller jusqu'à un mètre de longueur.

Revendications

1. Structure (1, 2) pliable/déployable comportant :

- un mât (4) déployable selon un axe de déploiement longitudinal, adapté pour pouvoir être placé, soit dans un état replié dans lequel il occupe

un encombrement axial minimum, soit dans un état déployé dans lequel il présente une forme prédéterminée,

- une base (10) sur laquelle repose le mât (4) déployable,
- un dispositif de haubanage, ledit dispositif de haubanage :

- présentant au moins trois points de fixation à ladite base (10) et au moins trois points de fixation au mât (4), ledit dispositif de haubanage reliant ladite base audit mât ;
- étant adapté pour pouvoir limiter les déplacements transverses du mât par rapport à la base (10) au moins dans un état déployé dudit mât (4), et
- comprenant au moins un organe de liaison (22, 42, 60) choisi dans le groupe formé des tissus, des non-tissés et des liens, lesdits liens étant choisis dans le groupe formé des monofils, des câbles, des faisceaux et des bandes ;

- un dispositif (30) de mise en tension de chaque organe de liaison du dispositif de haubanage, adapté pour pouvoir mettre en tension chaque organe de liaison dudit dispositif de haubanage, à l'état déployé du mât (4) ;

ladite structure (1,2) comprend une antenne (50, 65) et étant **caractérisée en ce que** le dispositif de haubanage présentant au moins un point de fixation à ladite antenne (50, 65).

2. Structure selon la revendication 1, comprenant en outre un dispositif de commande du déclenchement du déploiement associé au mât (4) de façon à pouvoir autoriser son déploiement longitudinal à l'état déployé à partir de l'état replié.
3. Structure selon l'une des revendications 1 ou 2, dans laquelle le dispositif de haubanage comprend au moins deux liens, au moins un desdits liens étant une bande présentant au moins deux points de fixation à la base (10) et au moins deux points de fixation au mât (4).
4. Structure selon l'une des revendications 1 ou 2, dans laquelle le dispositif de haubanage comprend au moins trois liens (22, 42), chaque lien (22, 42) présentant au moins un point de fixation à la base (10) et au moins un point de fixation au mât (4).
5. Structure selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle chaque organe de liaison (22, 42, 60) relie la base (10) à une extrémité distale du mât (4) à l'état déployé.

6. Structure selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle le dispositif (30) de mise en tension du dispositif de haubanage comporte un ressort hélicoïdal adapté pour pouvoir être comprimé à l'état replié du mât (4) et étendu à l'état déployé dudit mât (4) de façon à maintenir une extrémité proximale dudit mât à une distance de la base (10) supérieure à la distance séparant le mât (4) de ladite base (10) lorsque le mât est à l'état replié.
7. Structure selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle la base (10) comprend au moins trois volets (15) adaptés pour pouvoir pivoter entre au moins une position fermée dans laquelle lesdits volets forment un réceptacle apte à recevoir au moins en partie le mât (4) en position repliée, et au moins une position ouverte dans laquelle lesdits volets (15) sont pivotés de façon à s'écarter dudit mât (4), chaque organe de liaison (22, 42, 60) reliant au moins un point d'un volet (15) à au moins un point dudit mât (4).
8. Structure selon l'une des revendications 1 à 7, configurée pour être verrouillée à l'état déployé, le dispositif de haubanage étant adapté pour pouvoir maintenir le mât (4) isostatique par rapport à la base (10).
9. Structure selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle, en position déployée, chaque organe de liaison s'étend selon au moins une direction formant un angle non nul par rapport à l'axe de déploiement longitudinal du mât (4).
10. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle, à l'état déployé, l'antenne (50, 65) est hélicoïdale et s'étend selon une direction longitudinale sensiblement parallèle à l'axe de déploiement longitudinal, le mât (4) s'étendant longitudinalement à l'intérieur de ladite antenne.
11. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle le mât (4) adopte, à l'état déployé, une forme stable rigide en compression axiale.

Patentansprüche

1. Faltbare/ausfahrbare Struktur (1, 2), aufweisend:
 - einen Mast (4), der gemäß einer länglichen Ausfahrachse ausfahrbar ist, der geeignet ist, dass er entweder in einem gefalteten Zustand, in dem er einen minimalen axialen Platz belegt, oder in einem ausgefahrenen Zustand, in dem er eine vorbestimmte Form aufweist, platzierbar zu sein,
 - eine Basis (10), auf der der ausfahrbare Mast

(4) ruht,

- eine Verspannvorrichtung, wobei die Verspannvorrichtung:

- mindestens drei Befestigungspunkte an der Basis (10) und mindestens drei Befestigungspunkte am Mast (4) aufweist, wobei die Verspannvorrichtung die Basis mit dem Mast verbindet;
- geeignet ist, Querverschiebungen des Mastes in Bezug auf die Basis (10) zumindest in einem ausgefahrenen Zustand des Mastes (4) begrenzen zu können, und
- mindestens ein Verbindungsorgan (22, 42, 60) umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die von Stoffen, Vliesstoffen und Bändern gebildet ist, wobei die Verbindungen aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Monofilen, Kabeln, Bündeln und Bändern gebildet ist;

- eine Vorrichtung (30) zum Spannen jedes Verbindungsorgans der Verspannvorrichtung, die geeignet ist, jedes Verbindungsorgan der Verspannvorrichtung im ausgefahrenen Zustand des Mastes (4) spannen zu können;

wobei die Struktur (1, 2) eine Antenne (50, 65) umfasst und **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Verspannvorrichtung mindestens einen Befestigungspunkt an der Antenne (50, 65) aufweist.

2. Struktur nach Anspruch 1, umfassend ferner eine Steuervorrichtung zum Auslösen des Ausfahrens, die dem Mast (4) derart zugeordnet ist, um sein längliches Ausfahren in den ausgefahrenen Zustand aus dem gefalteten Zustand zu gestatten.
3. Struktur nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Verspannvorrichtung mindestens zwei Verbindungen umfasst, wobei mindestens eine der Verbindungen ein Band ist, das mindestens zwei Befestigungspunkte an der Basis (10) und mindestens zwei Befestigungspunkte am Mast (4) aufweist.
4. Struktur nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Verspannvorrichtung mindestens drei Verbindungen (22, 42) umfasst, wobei jede Verbindung (22, 42) mindestens einen Befestigungspunkt an der Basis (10) und mindestens einen Befestigungspunkt am Mast (4) aufweist.
5. Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei jedes Verbindungsorgan (22, 42, 60) im ausgefahrenen Zustand die Basis (10) mit einem distalen Ende des Mastes (4) verbindet.
6. Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei

die Spannvorrichtung (30) der Verspannvorrichtung eine Spiralfeder umfasst, die geeignet ist, im zusammengefalteten Zustand des Mastes (4) komprimiert und im ausgefahrenen Zustand des Mastes (4) ausgedehnt zu sein, so dass ein proximales Ende des Mastes in einem Abstand von der Basis (10) gehalten wird, der größer ist als der Abstand zwischen dem Mast (4) und der Basis (10), wenn sich der Mast im zusammengefalteten Zustand befindet.

7. Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Basis (10) mindestens drei Klappen (15) umfasst, die geeignet sind, zwischen mindestens einer geschlossenen Position, in der die Klappen ein Behältnis bilden, das geeignet ist, den Mast (4) im zusammengefalteten Zustand zumindest teilweise aufzunehmen, und mindestens einer offenen Position, in der die Klappen (15) derart geschwenkt sind, dass sie sich von dem Mast (4) beabstanden, zu schwenken, wobei jedes Verbindungsorgan (22, 42, 60) mindestens einen Punkt einer Klappe (15) mit mindestens einem Punkt des Mastes (4) verbindet.
8. Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 7, die ausgelegt ist, um im ausgefahrenen Zustand verriegelt zu sein, wobei die Verspannvorrichtung geeignet ist, den Mast (4) isostatisch in Bezug auf die Basis (10) zu halten.
9. Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei sich jedes Verbindungsorgan im ausgefahrenen Zustand in mindestens einer Richtung erstreckt, die einen von Null verschiedenen Winkel zur länglichen Ausfahrachse des Mastes (4) bildet.
10. Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Antenne (50, 65) im ausgefahrenen Zustand spiralförmig ist und sich gemäß einer Längsrichtung im Wesentlichen parallel zur länglichen Ausfahrachse erstreckt, wobei sich der Mast (4) innerhalb der Antenne in Längsrichtung erstreckt.
11. Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Mast (4) im ausgefahrenen Zustand eine stabile Form annimmt, die bei axialer Kompression starr ist.

Claims

1. A foldable/deployable structure (1, 2) having:
 - a pole (4) that is deployable along a longitudinal deployment axis, and that is designed to be able to be placed either in a folded state in which it has a minimum axial space requirement or in a deployed state in which it has a predetermined shape,
 - a base (10) on which said deployable pole (4)

stands,

- a bracing device, said bracing device:

- having at least three points for fixing to said base (10) and at least three points for fixing to said pole (4), said bracing device connecting said base to said pole;
 - being designed to be able to limit the transverse movements of the pole with respect to the base (10), at least in a deployed state of said pole (4); and
 - comprising at least one connecting member (22, 42, 60) chosen from the group made up of woven fabrics, nonwovens and ties, said ties being chosen from the group made up of monofilaments, cables, bundles and tapes;
- a device (30) for tensioning each connecting member of said bracing device, designed to be able to tension each connecting member of said bracing device, in the deployed state of the pole (4);

said structure (1, 2) comprises an antenna (50, 65) and being **characterized in that** the bracing device having at least one point for fixing to said antenna (50, 65).

2. The structure as claimed in claim 1, further comprising a device for controlling the initiation of the deployment associated with said pole (4) so as to be able to allow the longitudinal deployment thereof into the deployed state from the folded state.
3. The structure as claimed in either of claims 1 and 2, wherein said bracing device comprises at least two ties, at least one of said ties being a tape having at least two points for fixing to said base (10) and at least two points for fixing to said pole (4).
4. The structure as claimed in either of claims 1 and 2, wherein said bracing device comprises at least three ties (22, 42), each tie (22, 42) having at least one point for fixing to said base (10) and at least one point for fixing to said pole (4).
5. The structure as claimed in one of claims 1 to 4, wherein each connecting member (22, 42, 60) connects said base (10) to a distal end of said pole (4) in the deployed state.
6. The structure as claimed in one of claims 1 to 5, wherein the device (30) for tensioning said bracing device has a helical spring designed to be able to be compressed in the folded state of said pole (4) and extended in the deployed state of said pole (4) so as to keep a proximal end of said pole at a distance from said base (10) greater than the distance sepa-

rating the pole (4) from said base (10) when the pole is in the folded state.

7. The structure as claimed in one of claims 1 to 6, wherein the base (10) comprises at least three flaps (15) designed to be able to pivot between at least one closed position, in which said flaps form a receptacle that is able to at least partially receive said pole (4) in the folded state, and at least one open position, in which the flaps (15) have been pivoted away from said pole (4), each connecting member (22, 42, 60) connecting at least one point of a flap (15) to at least one point of said pole (4).
8. The structure as claimed in one of claims 1 to 7, configured to be locked in the deployed state, and in that said bracing device being designed to be able to keep said pole (4) isostatic with respect to said base (10).
9. The structure as claimed in one of claims 1 to 8, wherein, in the deployed position, each connecting member extends in at least one direction forming a non-zero angle with respect to the longitudinal deployment axis of said pole (4).
10. The structure as claimed in one of claims 1 to 9, wherein, in the deployed state, said antenna (50, 65) is helical and extends in a longitudinal direction substantially parallel to said longitudinal deployment axis, said pole (4) extending longitudinally inside said antenna.
11. The structure as claimed in one of claims 1 to 10, wherein said pole (4) adopts, in the deployed state, a rigid stable form under axial compression.

Fig 1

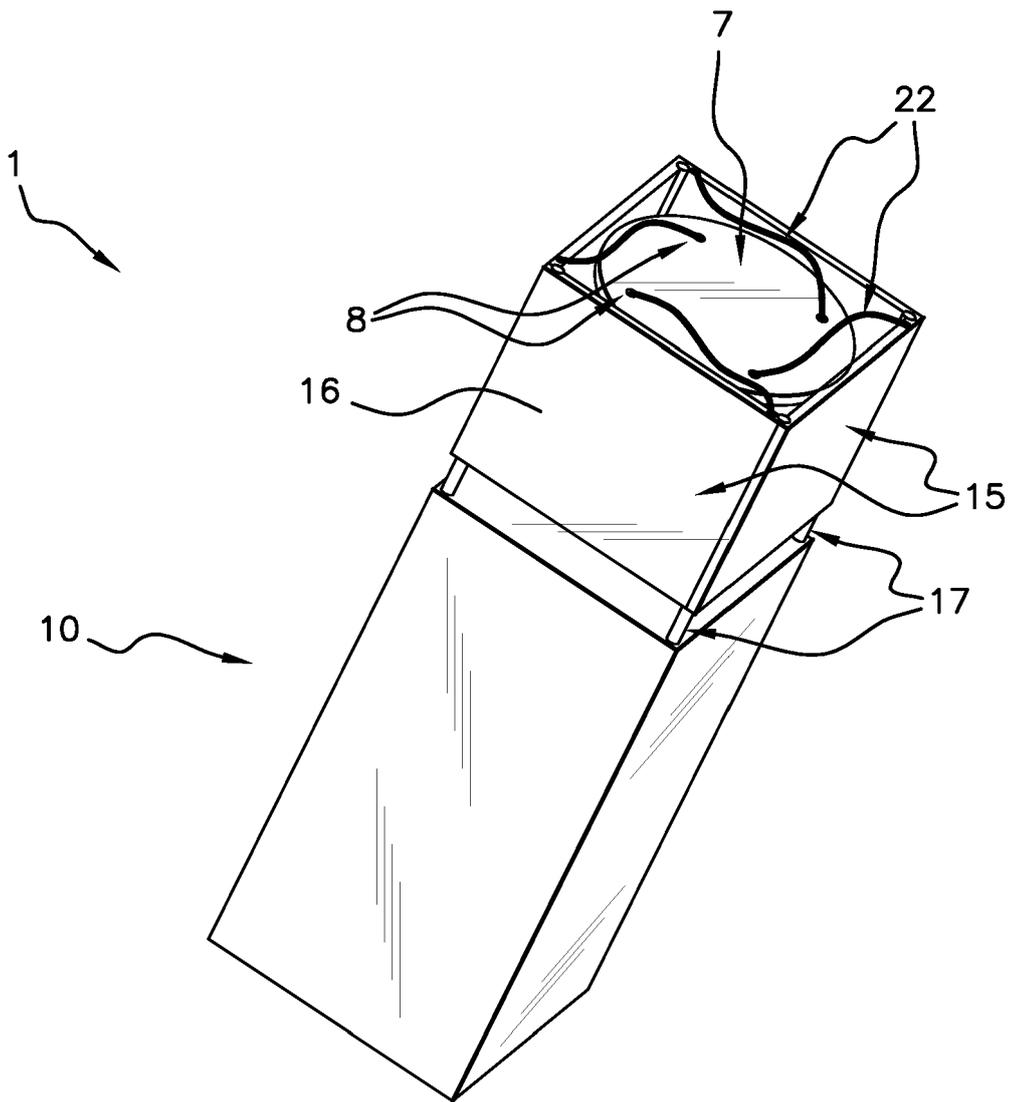


Fig 2

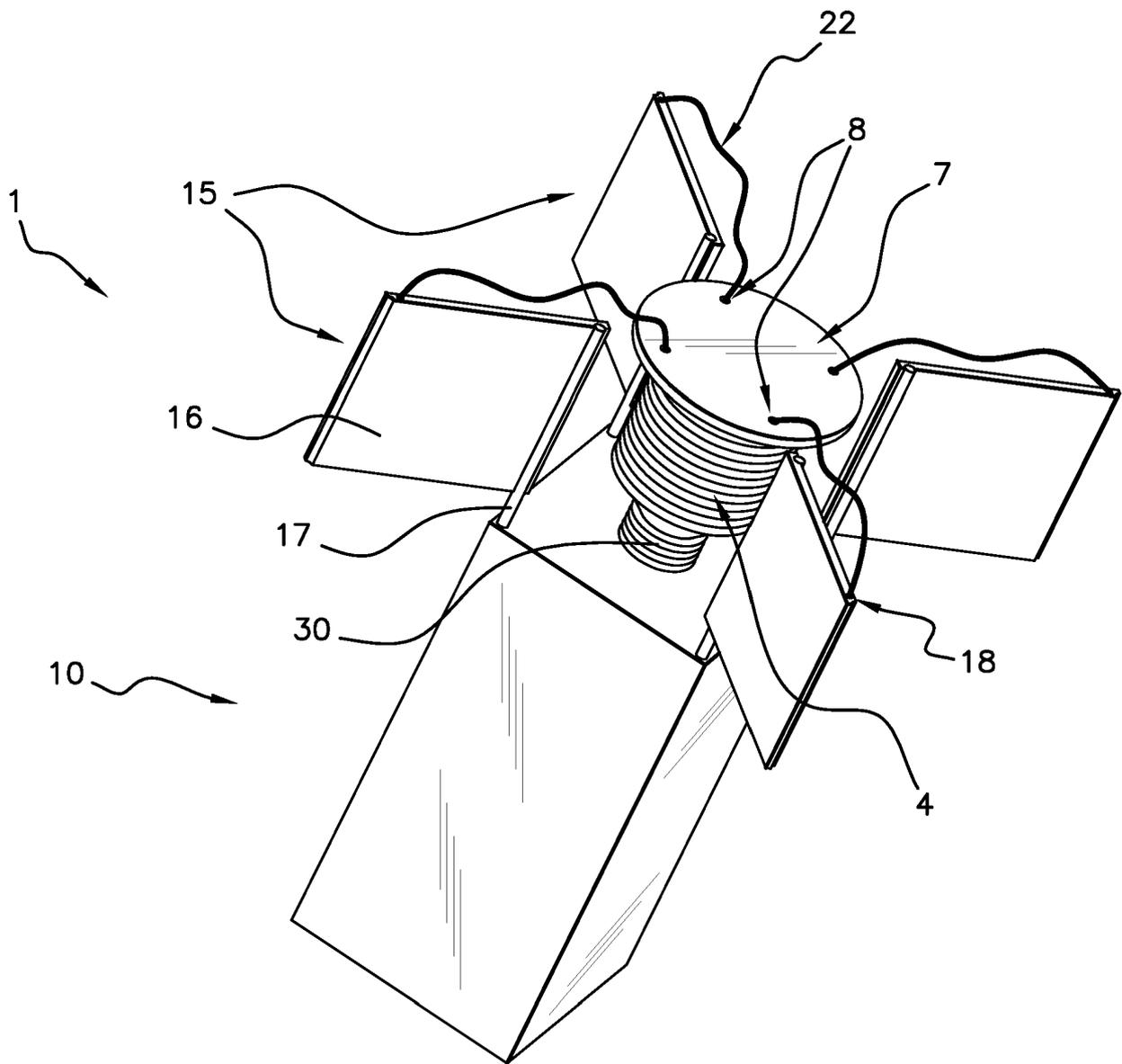


Fig 3

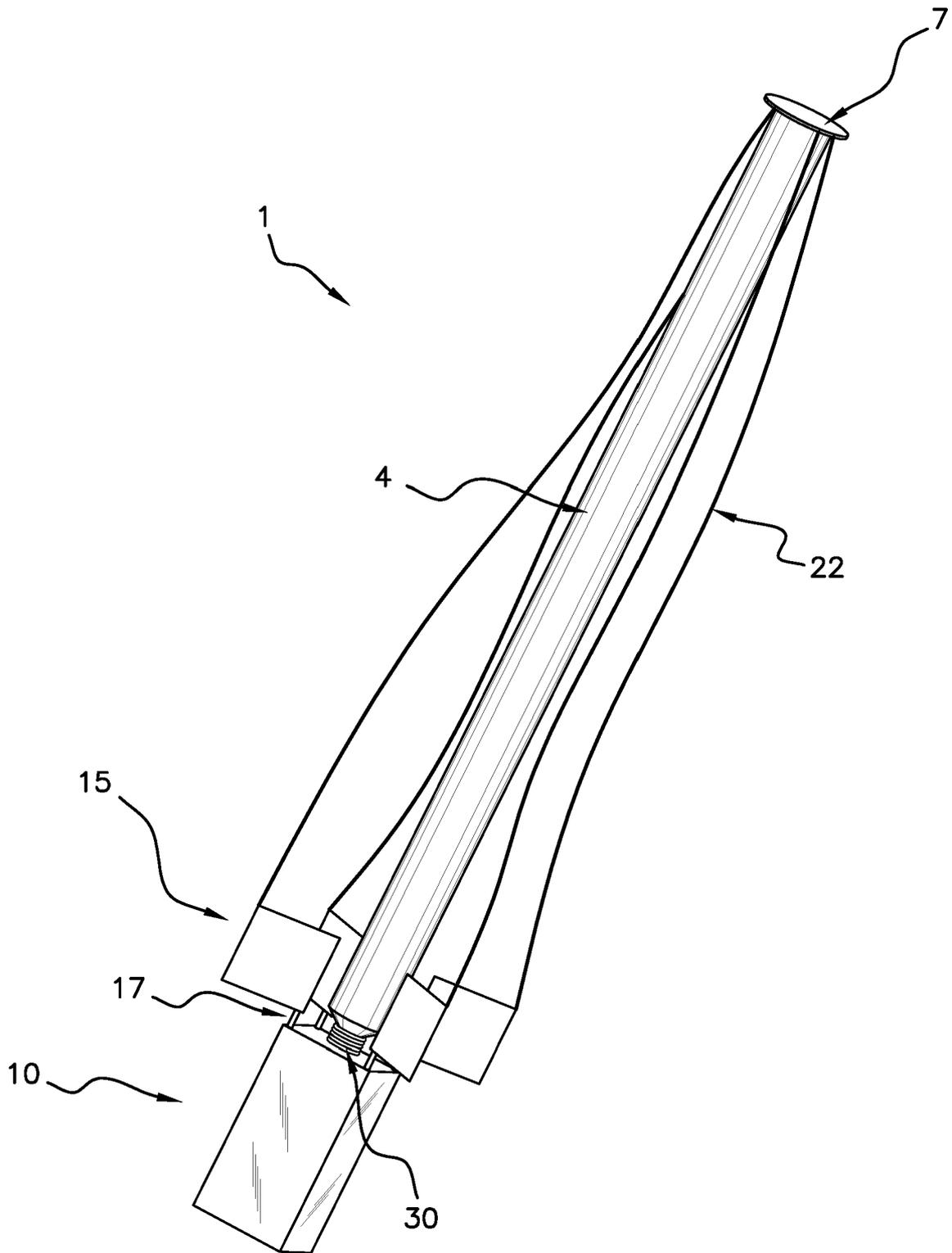


Fig 4

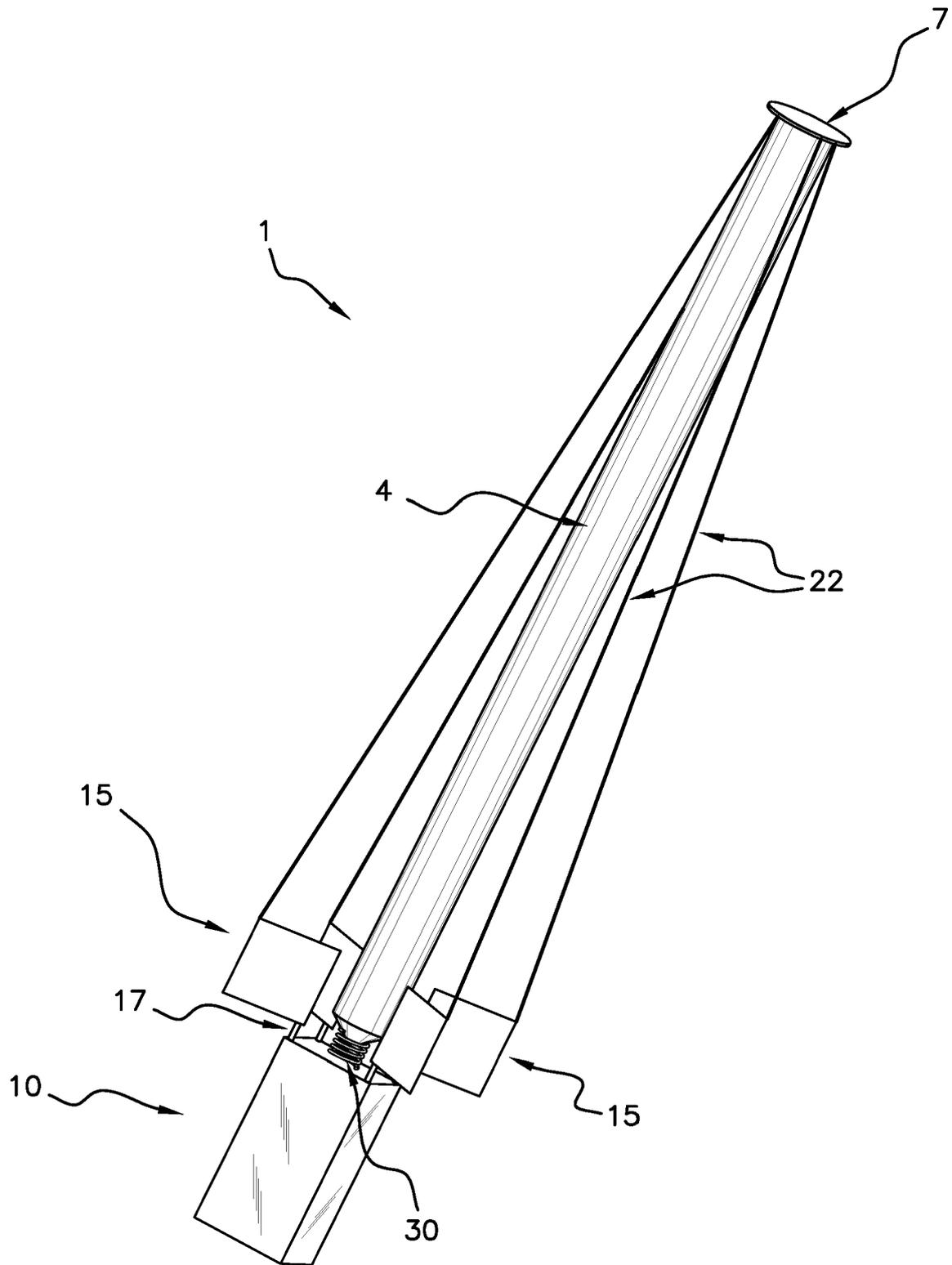


Fig 5

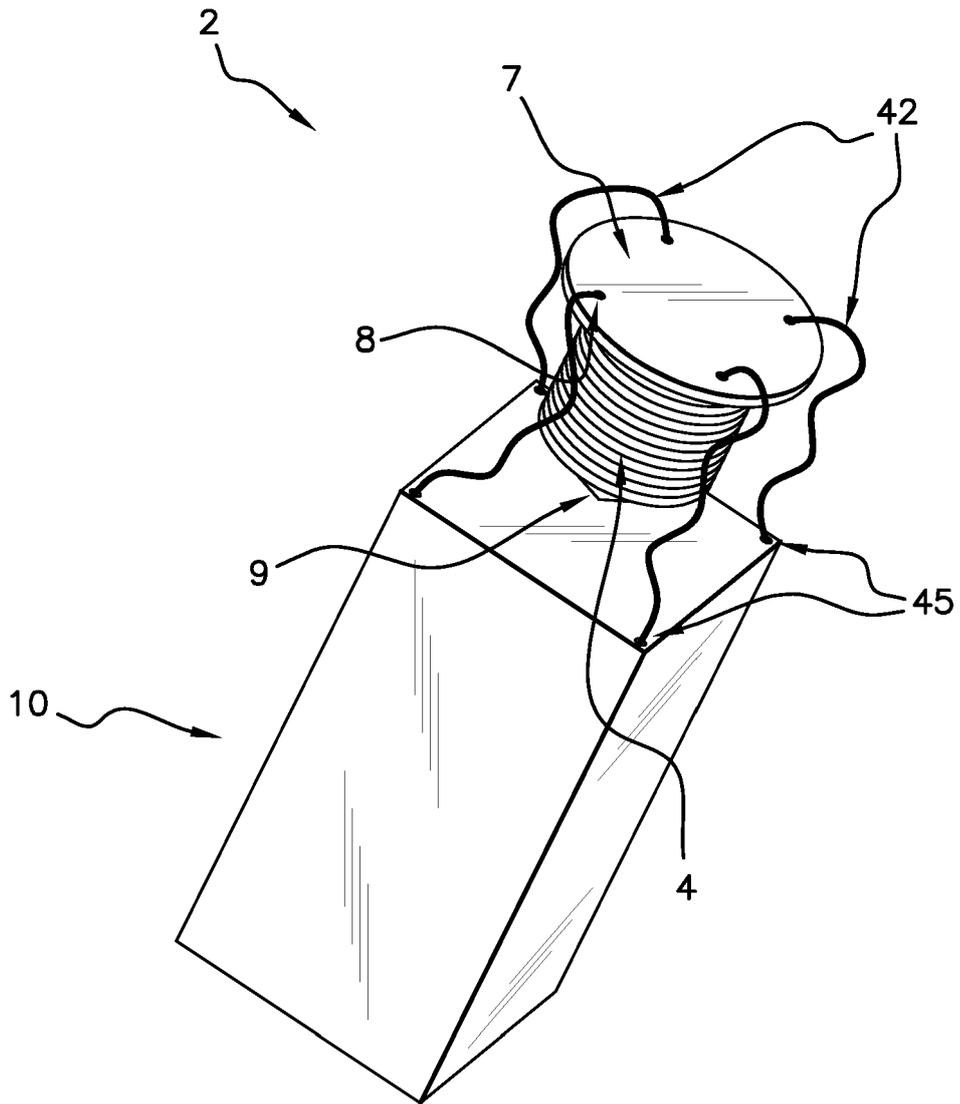


Fig 6

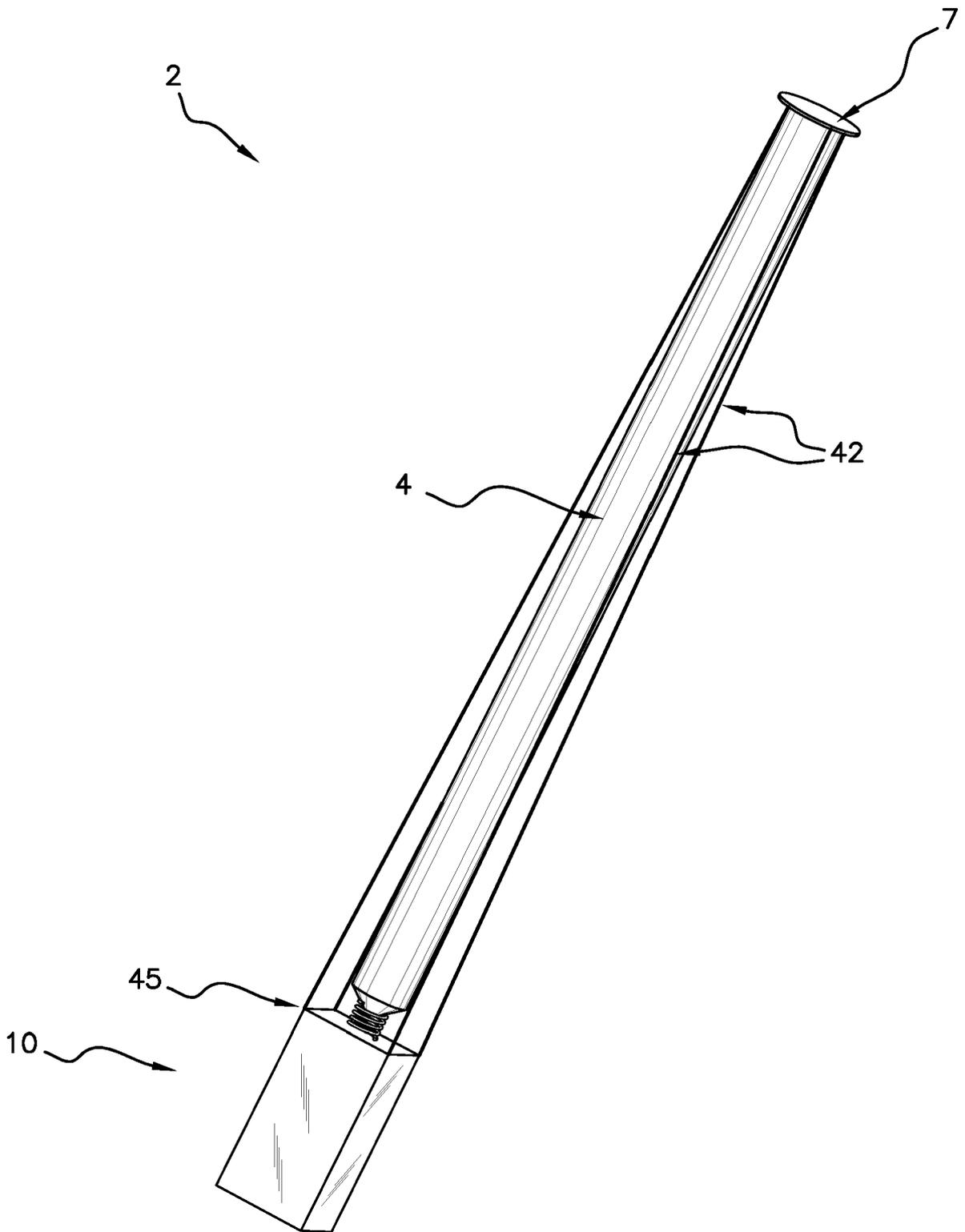


Fig 8

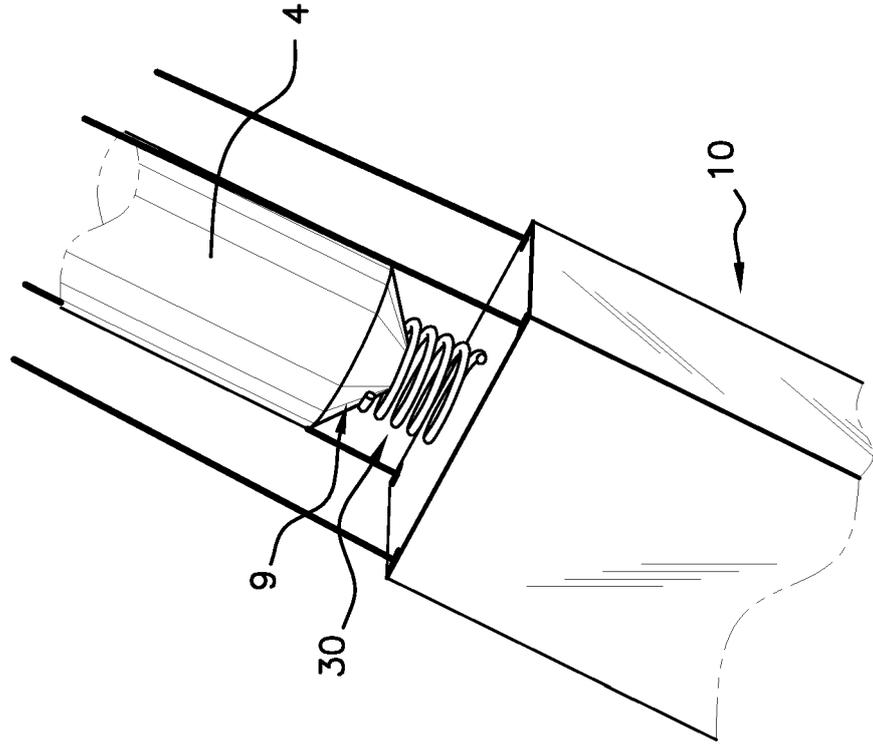


Fig 7

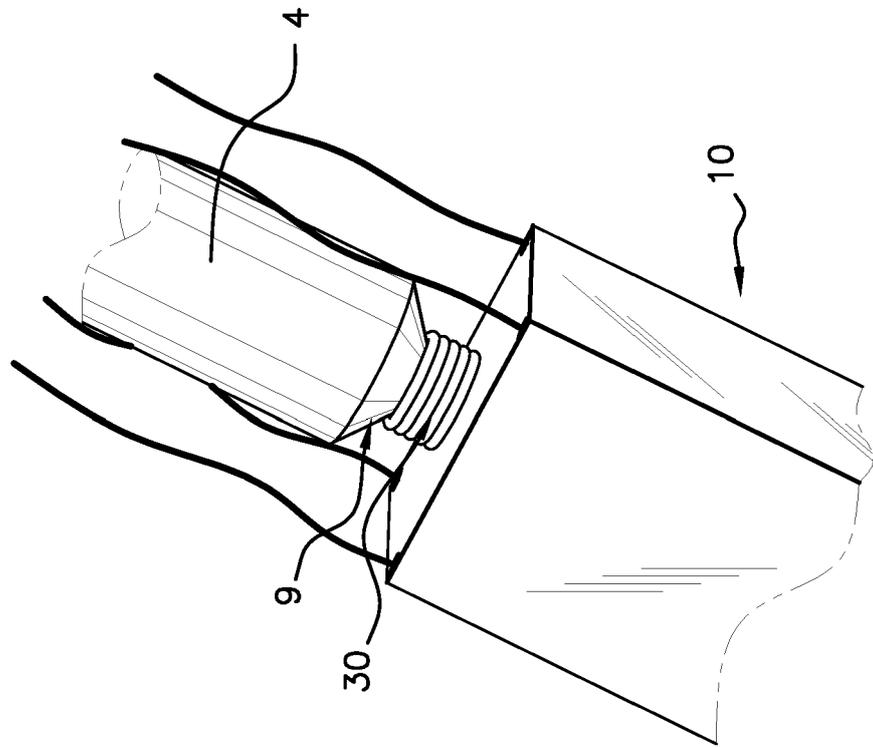


Fig 9

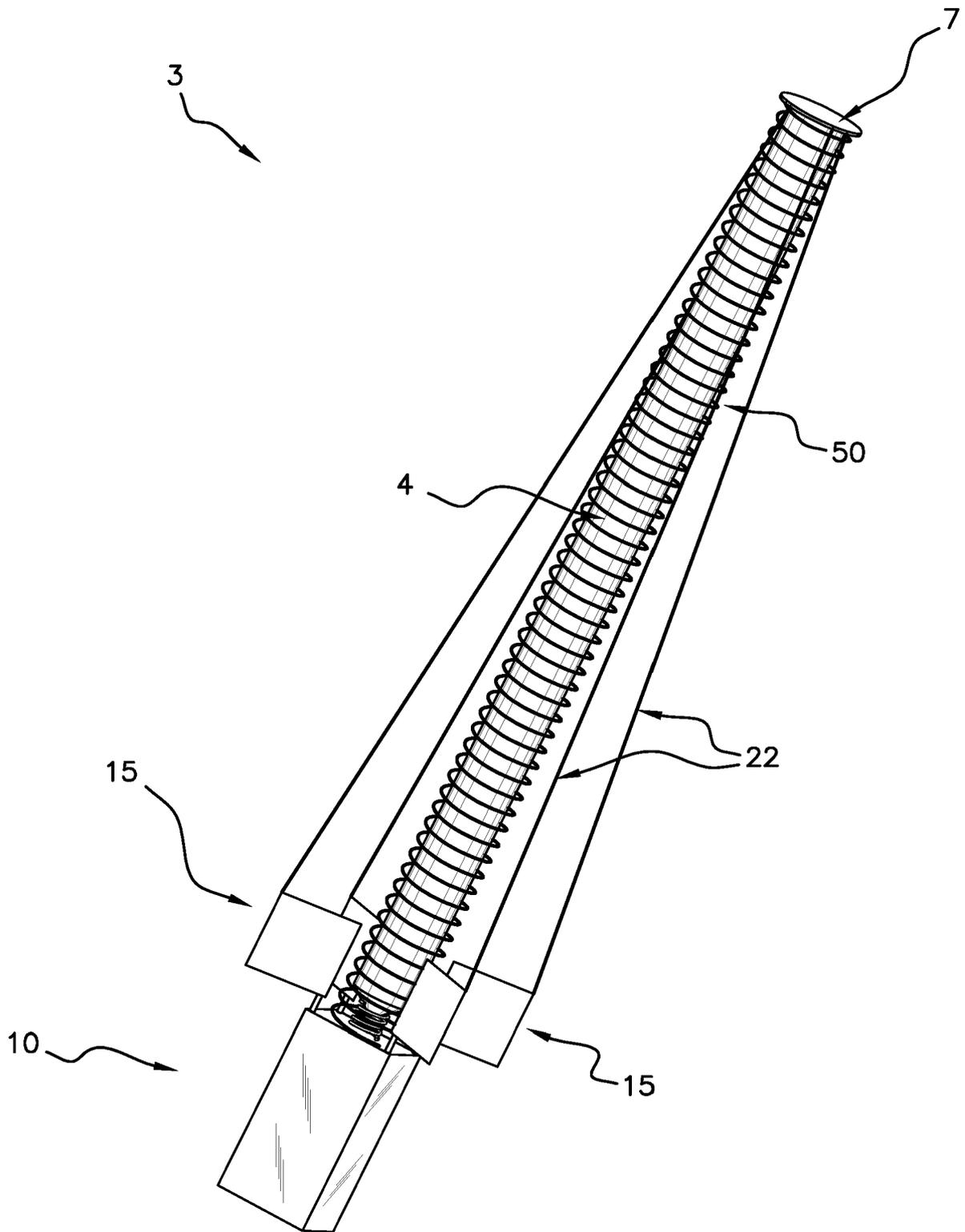
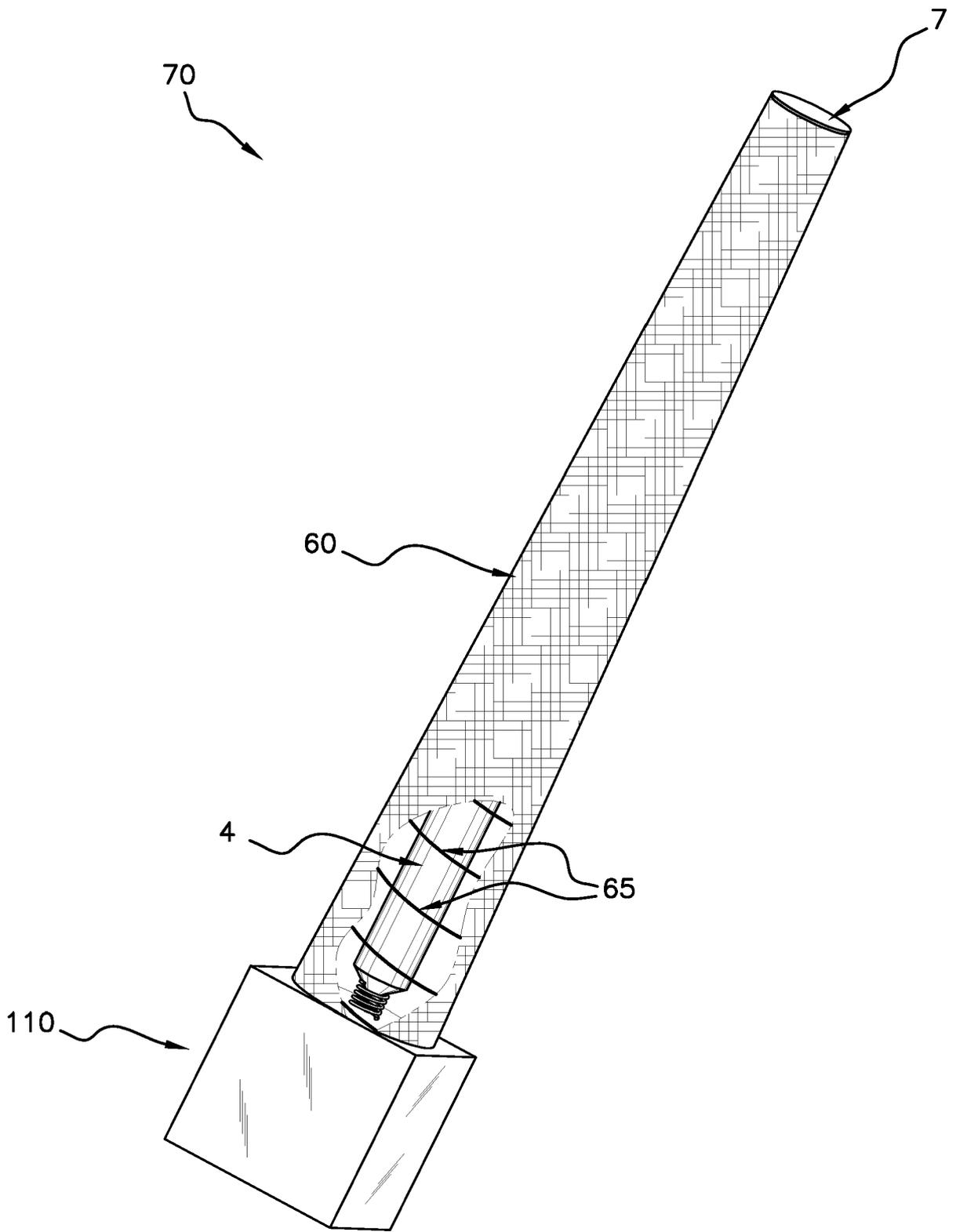


Fig 10



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 20040046085 A [0004]
- GB 2456424 A [0004]
- US 3913109 A [0004]
- WO 2010004168 A [0005] [0034]