

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 143 046

②1 N° d'enregistrement national : **22 12944**

⑤1 Int Cl⁸ : **D 07 B 1/06 (2023.01)**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 08.12.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 14.06.24 Bulletin 24/24.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : THALES Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : WARNAN François, CADALEN Marion et RUMEN Thibaut.

⑦3 Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : ATOUT PI LAPLACE.

⑤4 Câble porteur.

⑤7 L'invention concerne un câble de traction (200) destiné à être enroulé sur un touret selon plusieurs couches (124, 126, 128), le câble (200) s'étendant selon un axe principal et possédant une section (202) perpendiculaire à l'axe principal et sensiblement constante le long du câble, un contour extérieur (207) de la section étant convexe, le contour extérieur possédant deux axes de symétrie perpendiculaires dont un grand axe (208) et un petit axe (210), une première longueur (L) du contour extérieur définie selon le grand axe étant supérieure strictement à une deuxième longueur (l) du contour définie selon le petit axe, une troisième longueur (l1) du contour extérieur étant définie parallèlement à la deuxième longueur (l) à la moitié de la distance séparant le contour extérieur de l'intersection des deux axes de symétrie le long de l'axe de symétrie sur lequel est mesuré la première longueur (L), la troisième longueur (l1) étant inférieure strictement à la deuxième longueur (l).

Figure pour l'abrégé: Fig. 9.

FR 3 143 046 - A1



Description

Titre de l'invention : Câble porteur

- [0001] L'invention concerne un câble porteur permettant de supporter une charge et permettant l'échange d'informations entre la charge et un support auquel est suspendue la charge. L'invention trouve une utilité particulière mais non exclusive dans le domaine des sonars aéroportés dits "sonars trempés" ou « dipping sonar » dans la littérature anglo-saxonne mis en œuvre depuis un hélicoptère ou un drone.
- [0002] Dans le cadre d'activités de lutte anti sous-marine, pour pouvoir détecter des sous-marins en immersion dans une zone donnée, on a généralement recours à l'utilisation de sonars, en particulier de sonars actifs. Dans ce contexte, le déploiement de sonars à partir de plateformes aériennes, hélicoptères ou drone, s'avère particulièrement efficace car de telles plateformes présentent une grande mobilité par rapport aux sous-marins.
- [0003] Plus précisément, des hélicoptères sont utilisés pour mettre en œuvre des émetteurs et récepteurs sonars reliés par un câble à leur plateforme, autrement dit à l'hélicoptère. On parle alors de "Sonars trempés". Par la suite, le sous-ensemble immergé et relié par le câble forme une charge suspendue à la plateforme au moyen du câble et est appelé antenne comprenant les émetteurs et les récepteurs sonars proprement dits et éventuellement des équipements électroniques associés aux émetteurs et récepteurs. L'antenne peut comprendre également des capteurs d'environnement.
- [0004] De façon connue, la mise à l'eau depuis la plateforme, le contrôle en immersion ainsi que la récupération à bord de ces antennes sont effectués au moyen d'un treuil situé à l'intérieur de l'hélicoptère tel que décrit dans la demande de brevet déposée au nom de la demanderesse et publiée sous le n° WO2018/122257 A1. Il est également possible de disposer le treuil dans l'antenne tel que décrit dans la demande de brevet déposée au nom de la demanderesse et publiée sous le n° WO2020/249334 A1. Le treuil comprend un touret autour duquel le câble porteur est enroulé et déroulé. Que le treuil soit situé à bord de l'hélicoptère ou dans l'antenne, le câble possède une section circulaire. Il est formé d'une âme dans laquelle s'étendent des conducteurs, généralement électriques, permettant de transmettre des informations entre l'antenne et la plateforme, aussi bien en émission qu'en réception des ondes sonores. L'âme peut également transmettre des signaux de puissance permettant d'alimenter l'antenne. Entourant l'âme, le câble comprend une tresse lui assurant la tenue mécanique, notamment en traction.
- [0005] La demande de brevet WO2020/249334 A1 précise qu'en disposant le treuil dans l'antenne, on réduit la trainée du câble lors de la descente ou de la remontée de l'antenne. La réduction de la trainée permet de réduire les efforts exercés sur le câble pour une même vitesse de remontée. De ce fait, il est possible de réduire le diamètre du câble.

- [0006] Par ailleurs, le câble est le plus souvent dévié par une ou plusieurs poulies entraînant une flexion du câble lors de son passage autour de la poulie. Cette flexion entraîne des contraintes de traction parallèlement à l'axe du câble sur la partie extérieure de celui-ci qui viennent s'ajouter aux contraintes de traction globales due à l'inertie de l'antenne. La variation des contraintes de traction tend à générer du cisaillement entre les brins de la tresse. De plus, le câble est comprimé perpendiculairement à son axe principal du fait de son appui sur la poulie. Les contraintes dues à cette compression entraînent une déformation de l'enveloppe du câble qui peut être quantifiée au moyen de modèles utilisant notamment le contact de Hertz. Ces contraintes, aussi bien les contraintes de traction que les contraintes de compression, sont cycliques et entraînent une fatigue et donc une usure du câble. Le fait de réduire le diamètre du câble tend à augmenter la pression qu'exercent les poulies sur le câble. Cette augmentation de pression au contact des éléments de guidage du câble entraîne une usure accélérée du câble et des éléments de guidage. Il est important de noter que le câble est soumis à des cycles de fatigue qui sont le résultat des efforts de traction axiale et également des flexions qui résultent du passage du câble sur les organes de guidage. Ces mouvements entraînent une fatigue du câble qui devient de moins en moins résistant et au bout d'un certain temps les efforts opérationnels et exceptionnels ne présentent plus une marge suffisante par rapport à la charge de rupture du câble qui a baissé.
- [0007] L'invention vise à réduire encore les contraintes exercées sur le câble en proposant un câble à section non circulaire.
- [0008] A cet effet, l'invention a pour objet un câble de traction destiné à être enroulé sur un touret selon plusieurs couches, le câble s'étendant selon un axe principal et possédant une section perpendiculaire à l'axe principal et sensiblement constante le long du câble, un contour extérieur de la section étant convexe, le contour extérieur possédant deux axes de symétrie perpendiculaires dont un grand axe et un petit axe, une première longueur du contour extérieur définie selon le grand axe étant supérieure strictement à une deuxième longueur du contour définie selon le petit axe, une troisième longueur du contour extérieur étant définie parallèlement à la deuxième longueur à la moitié de la distance séparant le contour extérieur de l'intersection des deux axes de symétrie le long de l'axe de symétrie sur lequel est mesuré la première longueur, la troisième longueur étant inférieure strictement à la deuxième longueur.
- [0009] Dans un mode de réalisation, le contour extérieur de la section du câble de traction possède une forme elliptique.
- [0010] Dans un autre mode de réalisation, le contour extérieur de la section du câble de traction comprend quatre portions de droite inclinées par rapport aux deux axes de symétrie, et les portions de droite sont jointes par des congés de raccordement.
- [0011] Encore dans un autre mode de réalisation, le contour extérieur de la section du câble

de traction comprend :

- quatre portions de droite inclinées par rapport aux deux axes de symétrie,
- deux portions de droites parallèle au grand axe, situées au niveau du petit axe et joignant chacune deux des quatre portions de droite inclinées,
- deux congés de raccordement situés au niveau du grand axe et joignant chacun deux des quatre portions de droite inclinées.

[0012] Avantagement, le câble de traction comprend :

- au moins une âme configurée pour transmettre un signal et s'étendant parallèlement à l'axe principal,
- au moins un ensemble de fils porteurs toronnés assurant une résistance en traction du câble.

[0013] Le câble de traction peut comprendre plusieurs ensembles de fils porteurs toronnés répartis le long du grand axe et assurant conjointement une résistance en traction du câble, au moins deux des ensembles étant toronnés dans des sens opposés, l'au moins une âme étant disposée à l'intérieur d'un des ensembles.

[0014] Les ensembles de fils porteurs sont avantageusement disjoints les uns des autres.

[0015] Le câble peut comprendre plusieurs âmes configurées pour transmettre une information entre des extrémités du câble et chacune des âmes est avantageusement disposée respectivement à l'intérieur d'un des ensembles.

[0016] Alternativement, le câble de traction peut ne comprendre qu'une seule âme configurée pour transmettre un signal le long du câble, l'âme étant disposée dans un premier des ensembles toronnés dans un premier sens. Au moins deux autres des ensembles, dépourvus d'âme, sont avantageusement toronnés dans un sens opposé.

[0017] L'au moins une âme peut posséder une section aplatie.

[0018] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple, description illustrée par le dessin joint dans lequel :

[0019] [Fig.1] les figures 1a et 1b représentent différents porteurs équipés chacun d'un sonar trempé ;

[0020] [Fig.2] la [Fig.2] représente une variante de réalisation d'une antenne du sonar trempé des figures 1a et 1b ;

[0021] [Fig.3] la [Fig.3] représente un premier mode de réalisation de câble porteur à section non circulaire ;

[0022] [Fig.4a] la [Fig.4a] représente un deuxième mode de réalisation de câble porteur à section non circulaire ;

[0023] [Fig.4b] la [Fig.4b] représente une variante d'âme pouvant être mise en œuvre dans le câble représenté sur la [Fig.4a] ;

[0024] [Fig.5] la [Fig.5] représente un troisième mode de réalisation de câble porteur à

section non circulaire ;

- [0025] [Fig.6a] la [Fig.6a] représente l'enroulement du câble du troisième mode de réalisation sur un touret ;
- [0026] [Fig.6b] la [Fig.6b] représente une première situation particulière de l'enroulement du câble représenté sur la [Fig.6a] ;
- [0027] [Fig.6c] la [Fig.6c] représente une seconde situation particulière de l'enroulement du câble représenté sur la [Fig.6a] ;
- [0028] [Fig.7] la [Fig.7] représente un quatrième mode de réalisation de câble porteur à section non circulaire ;
- [0029] [Fig.8] la [Fig.8] représente un cinquième mode de réalisation de câble porteur à section non circulaire ;
- [0030] [Fig.9] la [Fig.9] représente un sixième mode de réalisation de câble porteur à section non circulaire.
- [0031] Par souci de clarté, les mêmes éléments porteront les mêmes repères dans les différentes figures.
- [0032] La figure 1a représente un drone 10 en vol stationnaire au-dessus de l'eau dont la surface porte le repère 11. Le drone 10 est équipé d'un sonar actif trempé comprenant une antenne 12 accrochée au drone 10 par un câble 14. Ce type de sonar permet notamment la détection et la classification d'objets sous-marins. La figure 1b représente un hélicoptère 16 également équipé d'un sonar actif trempé comprenant l'antenne 12 accrochée à l'hélicoptère 16 par le câble 14. De façon générale, dans le cadre de l'invention, tout type de porteur susceptible de se positionner au-dessus de l'eau peut être équipé d'un sonar actif trempé. Le porteur est apte à descendre l'antenne à une profondeur d'immersion souhaitée, à piloter la phase de détection acoustique et à remonter l'antenne afin de terminer sa mission ou afin de réaliser d'autres opérations de détection.
- [0033] La [Fig.2] représente un exemple de réalisation d'antenne 12 d'un sonar actif trempé selon l'invention. L'antenne 12 est équipée d'émetteurs acoustiques 22, de récepteurs acoustiques 24 ainsi que d'un treuil motorisé 26. Le treuil 26 permet d'enrouler et de dérouler le câble 14. Une extrémité libre 27 du câble 14 permet d'accrocher l'antenne 12 au porteur tel que le drone 10 ou l'hélicoptère 16. L'antenne 12 s'étend selon un axe 28 qui est vertical lorsque l'antenne 12 est pendue par le câble 14 et n'est soumise qu'à la gravité. L'antenne 12 a une forme sensiblement de révolution autour de l'axe 28. Les émetteurs acoustiques 22 et les récepteurs acoustiques 24 sont disposés radialement autour de l'axe 28.
- [0034] Les émetteurs acoustiques 22 et les récepteurs acoustiques 24 peuvent être fixés à un boîtier 29 de l'antenne 12. Les émetteurs acoustiques 22 et les récepteurs acoustiques 24 peuvent être disposés dans des zones distinctes de l'antenne 12, les zones étant su-

perposées l'une au-dessus de l'autre comme représenté sur la [Fig.2]. Alternativement, les zones peuvent être imbriquées comme par exemple décrit dans la demande de brevet publiée sous le n° WO2015/092066 et déposée au nom de la demanderesse.

- [0035] Le treuil 26 est motorisé au moyen d'un actionneur 30. Plus précisément, l'actionneur 30 permet de faire tourner un touret 32 sur lequel le câble 14 est enroulé. L'actionneur 30 peut être un moteur électrique, hydraulique ou de façon plus générale mettant en œuvre toute forme d'énergie apte à fonctionner dans un espace confiné sans renouvellement d'air. Il est avantageusement situé à l'intérieur du touret 32 afin de libérer de l'espace dans l'antenne 12. Le câble 14, sur sa partie déroulée, s'étend selon l'axe vertical 28. L'antenne 12 pend sous l'effet de la gravité. Sur la [Fig.2], le touret 32 tourne autour d'un axe horizontal 34. Alternativement, le câble 14 peut s'enrouler autour d'un touret à axe vertical. Un mécanisme de trancanage permet de ranger le câble 14 sur le touret 32. Le mécanisme de trancanage assure une translation alternée d'un guide câble le long de l'axe du touret afin de ranger le câble 14 en couches successives sur le touret 32. Dans le cas d'un touret à axe vertical, le touret peut être fixe et le mécanisme de trancanage tourne alors autour du touret en complément de sa translation. De tels mécanismes existent notamment dans les moulinets de pêche. Alternativement, le touret peut tourner autour de son axe et le guide du mécanisme de trancanage ne se déplace qu'en translation par rapport à un boîtier 29 de l'antenne 12.
- [0036] Le treuil 26 formé du touret 32 et de l'actionneur 30 est disposé à l'intérieur de l'antenne 12, par exemple dans un volume interne 36 située entre les récepteurs acoustiques 24.
- [0037] L'antenne 12 comprend également des modules électroniques 38 permettant notamment la génération des signaux acoustiques émis par les émetteurs 22, le traitement des signaux acoustiques reçus par les récepteurs 24 et le pilotage de l'actionneur 30.
- [0038] L'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de tous les composants de l'antenne 12 peut provenir du porteur et être véhiculée par le câble 14. Cependant cette solution nécessite d'augmenter la section du câble 14 pour être à même de véhiculer toute l'énergie nécessaire. En particulier, l'alimentation des émetteurs acoustiques nécessite une puissance instantanée importante qui peut être de l'ordre de plusieurs kilowatts. Le câble 14 pouvant dépasser plusieurs centaines de mètres de long, il est alors nécessaire de prévoir une section de câble suffisamment importante pour limiter les effets de pertes ohmiques le long du câble 14. Cela tend à augmenter les dimensions du touret 32 qui doit pouvoir accueillir le câble 14 dans la quasi-totalité de sa longueur. De plus, durant les phases d'émissions acoustiques, la transmission de données dans le câble doit être interrompue pour éviter toute perturbation des données lors de la transmission de puissance dans le câble 14.

- [0039] Pour limiter les périodes de fort transfert de puissance dans le câble 14, il est avantageux que l'antenne 12 soit équipée d'une batterie 40 avantageusement disposée dans une partie basse de l'antenne 12 ou tout au moins sous le volume 36 contenant le treuil 26 afin de permettre à l'antenne de conserver une meilleure orientation verticale, notamment lors de la descente lorsqu'elle est pendue par le câble 14. La batterie 40 peut être destinée à lisser le transfert d'énergie électrique dans le câble 14, ce qui permet de réduire la section des conducteurs électriques du câble 14. A cet effet, la batterie 40 peut alimenter les émetteurs acoustiques 22 qui, habituellement émettent à forte puissance durant une faible fraction de la durée d'une mission. Il est également avantageux de se passer complètement de transfert d'énergie dans le câble 14. La batterie 40 alimente alors toutes les charges électriques de l'antenne, comme notamment le treuil 26, les modules électroniques 38, les émetteurs 22 et récepteurs acoustiques 24. Pour le rechargement de la batterie 40, l'antenne comprend des moyens de rechargement indépendants du câble 14, comme par exemple un connecteur spécifique ou une zone de rechargement sans contact 42, par exemple par induction. Le rechargement de la batterie 40 peut se faire à bord du porteur 10 ou 16 en raccordant le connecteur spécifique ou en plaçant la zone 42 à proximité d'un inducteur dédié.
- [0040] L'antenne 12 peut également comprendre des capteurs d'environnement comme un sondeur 44 permettant de déterminer la distance de l'antenne 12 au fond et un capteur de température 46 permettant de mesurer l'évolution de la température de l'eau en fonction de la profondeur atteinte par l'antenne 12. En effet, la propagation des ondes sonores dans l'eau est fonction de l'évolution de la température de l'eau. Ces capteurs peuvent également être alimentés par la batterie 40.
- [0041] L'invention trouve une utilité particulièrement avantageuse dans un sonar trempé possédant une antenne 12 équipée du treuil motorisé 26. Alternativement, l'invention peut être mise en œuvre dans un sonar trempé dont le porteur 10 ou 16 est équipé d'un treuil, l'antenne 12 étant simplement accrochée à une extrémité du câble 14. De façon plus générale, l'invention peut être mise en œuvre pour tout câble pouvant être enroulé sur un touret et destiné à supporter une charge. Pour assurer un enroulement correct sur le touret, le câble possède une section sensiblement constante entre ses deux extrémités. Le câble peut être équipé de connecteurs à chacune des extrémités afin de permettre au câble de véhiculer un signal. Ces connecteurs peuvent modifier la section du câble. Par la suite, on ne s'intéressera qu'à la partie du câble située entre les deux extrémités, partie qui possède donc une section sensiblement constante pouvant simplement varier en fonction de tolérances de fabrication du câble.
- [0042] La [Fig.3] représente un premier mode de réalisation d'un câble porteur 50 à section oblongue. Le câble s'étend le long d'un axe 52 appelé axe principal du câble 50. On définit une section 54 du câble 50 perpendiculairement à l'axe principal 52. Comme

indiquée plus haut, la section 54 est sensiblement constante le long de l'axe 52. Sur la [Fig.3], le grand axe 56 de la section oblongue 54 est horizontal. Le câble 50 comprend deux ensembles 58 et 60 de fils porteurs s'étendant chacun selon un axe principal, respectivement 62 et 64, parallèle à l'axe principal 52 du câble 50. Les fils porteurs assurent la résistance mécanique du câble à la traction. Les fils porteurs peuvent par exemple être des fils métalliques. Alternativement, certains polymères thermo-plastiques, tel que par exemple le poly(p-phénylènetéréphtalamide), bien connu sous la dénomination commerciale de Kevlar fabriqué par la société DuPont de Nemours, peuvent également assurer une bonne résistance du câble à la traction.

- [0043] Les deux ensembles 58 et 60 sont toronnés en sens opposés. Par exemple, en s'éloignant de la section 54 vers l'arrière de la [Fig.3], l'ensemble 58 est toronné dans le sens antihoraire et l'ensemble 60 est toronné dans le sens horaire. Cette inversion de sens des torons permet de limiter le risque de déformation du câble 50 lorsque l'effort de traction qu'il subit varie. La demanderesse s'est en effet rendue compte lors d'essais en interne que lorsque les torons sont réalisés dans le même sens, le câble est susceptible de vriller. Des torons enroulés en sens inverse permettent de limiter le risque de vrillage du câble 50.
- [0044] Les deux ensembles 58 et 60 sont noyés dans une enveloppe 66 permettant d'obtenir la forme extérieure du câble, forme dont la section est donc oblongue dans l'exemple représenté sur la [Fig.3]. L'enveloppe peut par exemple être extrudée autour des deux ensembles 58 et 60.
- [0045] Dans la section 54, les ensembles 58 et 60 sont répartis selon le grand axe 52. Dans l'exemple représenté, les ensembles 58 et 60 sont identiques et répartis symétriquement par rapport à l'axe 52.
- [0046] Chacun des ensembles 58 et 60 entoure une âme, respectivement 68 et 70 pouvant véhiculer un signal. Alternativement un seul des ensembles peut entourer une âme. Il peut également y avoir plusieurs âmes à l'intérieur d'un ensemble. le nombre d'âme du câble est fonction du nombre de signaux qu'il est susceptible de véhiculer. Les âmes peuvent être de différentes natures, par exemple électrique ou optique. Il est également possible de prévoir une âme sous forme d'un canal pneumatique.
- [0047] Les figures 4a et 4b illustrent un deuxième mode de réalisation d'un câble porteur 80 à section oblongue 90. On y retrouve deux ensembles 82 et 84 de fils porteurs toronnés en sens inverse entourant chacun une âme, respectivement 86 et 88. Dans le premier mode de réalisation représenté sur la [Fig.3], les ensembles 58 et 60 sont tous deux à section circulaire. Dans le deuxième mode de réalisation, chacun des deux ensembles 82 et 84 possède une section oblongue. Ceci permet de réaliser la section 90 de forme plus aplatie que la section 54 du câble 50 dans le premier mode de réalisation.
- [0048] La [Fig.4b] illustre une variante de la forme de la section de l'âme mise en œuvre

dans le câble 80. L'âme 92, représentée sur la [Fig.4b], possède une section oblongue. Pour réaliser la section oblongue de l'âme 92, il est possible d'extruder un matériau isolant autour d'un conducteur électrique destiné à véhiculer un signal le dans le câble. Cette forme de section facilite la réalisation de l'ensemble 94 de fils porteur qui entoure l'âme 92. En effet, il est plus facile d'entourer l'âme avec une épaisseur de fil sensiblement constante. Plus précisément, les fils porteurs peuvent être toronnés en une ou plusieurs couches autour de l'âme 92. En enroulant sous forme de toron des fils autour d'une âme de forme oblongue, on obtient naturellement un ensemble 94 également de forme sensiblement oblongue.

[0049] Les deux ensembles 82 et 84 de fils porteurs sont recouverts d'une enveloppe 96 conférant à la section du câble 80 sa forme extérieure oblongue. Comme pour le câble 50, le matériau formant l'enveloppe 96 peut être extrudé autour des deux ensembles 82 et 84 de fils porteurs.

[0050] La [Fig.5] représente un troisième mode de réalisation d'un câble porteur 100 à section 102 elliptique. Le câble 100 comprend une âme 104 également à section elliptique. Comme précédemment, les sections du câble 100 et de l'âme 104 sont définies perpendiculairement à l'axe principal 106 du câble 100. L'âme 104 est recouverte d'un ensemble 108 de fils porteurs toronnés. L'enroulement de fils porteurs autour de l'âme 104 conduit à la réalisation du câble 100 ayant une section 102 de même forme que celle de l'âme 104. Une enveloppe 110 recouvre l'ensemble 108. Contrairement aux câbles 50 et 80, l'enveloppe 110 peut avoir une épaisseur constante autour de l'ensemble 108 de fils porteurs toronnés. Un câble à section elliptique, peut alternativement comprendre une âme, ou plusieurs âmes de section non elliptique recouverte, chacune ou conjointement d'un ensemble de fils porteurs toronnés. L'ensemble ou les ensembles peuvent être noyés dans une enveloppe donnant au câble une section dont la forme extérieure est elliptique.

[0051] On a vu précédemment que dans les câbles 50 et 80, les torons des ensembles de fils toronnés enroulés en sens inverse permettent de limiter le risque de vrillage des câbles. Pour le câble 100, afin de limiter cet effet, l'ensemble 108 de fils toronnés peut comprendre deux couches superposées de fils. Les couches de fils peuvent alors être toronnées en sens inverse.

[0052] Pour une même résistance à la traction, les câbles 50, 80 et 100 possèdent des sections plus plates qu'un câble équivalent à section circulaire. De par sa forme et du fait des inerties suivant les axes de symétrie de sa section, un câble à section plate, lorsqu'il est tendu se positionne naturellement sur son plat dès lors qu'il va passer en contact sur un élément de guidage tel qu'une poulie ou tout autre surface courbe qui dévie le câble. Ainsi, lorsque le câble passe un élément de guidage, la distance séparant la fibre neutre du câble et le point de contact avec la poulie (fibre intérieure détendue)

ou la distance séparant la fibre neutre du point opposé au point de contact avec la poulie (fibre extérieure sur-tendue) est plus faible qu'avec un câble à section circulaire. Ainsi la contrainte cyclique (ou ondulée) de passage sur une même poulie s'en trouve réduite. En réduisant les variations de contraintes, la durée de vie du câble s'en trouve augmentée. Alternativement, pour une même durée de vie, il est possible de réduire le rayon de la poulie. Par ailleurs, les surfaces du câble en contact avec la poulie sont soit plates pour les câbles 50 et 80 soit à grand rayon de courbure pour le câble 100. Ces surfaces de contact plus plates que celle d'un câble à section circulaire subissent une pression de contact avec la poulie plus faible. La pression étant plus faible, la déformation du câble est également plus faible ce qui réduit l'échauffement et donc l'usure de l'enveloppe extérieure du câble.

- [0053] Cependant, un câble à section plate s'enroule plus difficilement qu'un câble section circulaire. Cet inconvénient apparaît surtout lorsque le câble est enroulé sur plusieurs couches autour d'un touret.
- [0054] Pour une même longueur de câble, un câble à section plate nécessite d'être enroulé sur un plus grand nombre de couches qu'un câble à section circulaire. De façon générale, lors de l'enroulement du câble sur un touret, un défaut d'enroulement survenant au niveau des premières couches va se propager et s'amplifier sur chacune des couches ultérieures. Ainsi, plus le nombre de couches est important, plus les défauts risquent de s'amplifier. Du fait du nombre de couches, pour une même longueur de câble, un câble à section plate est donc susceptible d'entraîner des défauts d'enroulement plus importants.
- [0055] De plus, un câble à section circulaire présente une meilleure capacité d'auto alignement des spires de câble lors de l'enroulement qu'un câble à section plate. Ceci est dû à la forme circulaire où deux spires voisines forment un réceptacle en forme voisine d'un V pouvant accueillir avec précision une spire d'une couche supérieure. Au contraire, un câble à section plate ne présente pas cet avantage.
- [0056] Un défaut d'enroulement peut entraîner deux problèmes :
- Le premier problème est lié à la mesure de longueur de câble enroulé sur le touret. Plus précisément cette mesure peut se faire en comptant le nombre de tours effectué par le touret lors de l'enroulement en fonction du rayon de chaque couche de câble enroulé. Un défaut d'enroulement va générer une incertitude sur le rayon d'enroulement de chacune des couches et donc sur la longueur de câble enroulée. Dans le cas d'un sonar trempé, cela génère une incertitude sur la distance séparant l'antenne sonar du porteur et donc un risque de collision à haute vitesse lors de la récupération de l'antenne par le porteur.
 - Le second problème est lié à une combinaison des défauts d'enroulements et d'un enroulement sous forte traction du câble. Cette combinaison va engendrer un risque

d'enfoncement du câble sous les couches inférieures. Ce type de défaut peut conduire à une impossibilité ultérieure de dérouler le câble et donc de poursuivre la mission.

- [0057] Un guidage très précis du câble lors de l'enroulement et une vitesse réduite d'enroulement permet de réduire le risque de défaut d'enroulement. Ce risque peut cependant apparaître lors de vibrations du câble pouvant potentiellement engendrer un défaut d'enroulement.
- [0058] Par rapport à une section oblongue tel que décrit à l'aide des figures 3 et 4a, la section elliptique du câble 100 permet de conserver une capacité d'auto-alignement des spires sur un touret d'une couche à la suivante. On bénéficie alors à la fois des avantages d'un câble à section plate et des avantages d'un câble à section circulaire.
- [0059] Les figures 6a, 6b et 6c représentent l'enroulement du câble 100 sur un touret 120. Le touret 120 est représenté en coupe partielle dans un plan contenant son axe de rotation 122. Plus précisément, seule la moitié du touret est représentée. Sur la [Fig.6a], trois couches 124, 126 et 128 de câble sont représentées. La couche 124, dite couche interne, est en appui contre le moyeu 130 du touret 120. La couche 126 recouvre la couche interne 124 et la couche 128, dite couche externe, recouvre la couche 126. Dans les différentes couches 124, 126 et 128, les spires, représentées en coupe, sont jointives et le câble se range naturellement en présentant sa portion ayant le plus grand rayon en regard de l'axe 122. Autrement dit les grands axes des sections de câble des différentes spires sont parallèles à l'axe 122. Entre deux couches successives, les spires sont rangées en quinconce. Autrement dit, entre deux couches successives, pour une couche donnée, la projection 132 d'un point central de la forme elliptique du câble sur l'axe 122 est située à mi-distance $L/2$ des projections 134 et 136 des points centraux de deux spires contigües de l'autre couche. Ceci reste vrai que l'autre couche soit plus interne ou plus externe que la couche donnée. Ce rangement du câble sur le touret 120 est semblable à un rangement obtenu pour un câble à section circulaire. Un câble à section elliptique entraîne naturellement ce type de rangement lorsque le câble est soumis à une tension lors de son rangement, comme expliqué précédemment. Un câble à section oblongue fortement allongée, ne permet pas ce type de rangement naturel.
- [0060] La [Fig.6b] représente la mise en place sur le touret 120 d'une première spire 138 de câble au-dessus de la couche 128. Même si, lors de l'enroulement, du câble le grand axe 140 la spire 138 n'est pas parallèle à l'axe 122, une tension du câble entraîne naturellement le câble dans un mouvement représenté par une flèche 142 de façon à ce que l'orientation du grand axe 140 se rapproche d'une orientation parallèle à l'axe 122. De plus, cette même tension tend à faire glisser, si besoin est, le câble parallèlement à l'axe 122 afin que la spire 138 se cale entre deux spires contigües de la couche 128. En effet la tension du câble tend à minimiser le rayon que la fibre neutre du câble obtenue lors de son enroulement.

- [0061] La [Fig.6c] représente un cas particulier de la mise en place sur le touret 120 de la première spire 138 de câble au-dessus de la couche 128. Dans ce cas particulier, la dernière spire 144 de la couche 128 s'est rangée de façon à ce que son grand axe 146 ne soit pas parallèle à l'axe 122. Cette position de la spire 144 est due à la tension du câble lors de l'enroulement qui entraîne le câble à se rapprocher au maximum de l'axe 122. La spire 138, lors de sa mise en place, tend à comprimer la spire 144 en modifiant l'orientation de son grand axe dans un mouvement représenté par une flèche 148. Ce mouvement tend à rapprocher l'orientation du grand axe 146 d'une orientation parallèle à l'axe 122. En pratique les orientations des grands axes des différentes spires du câble sont sensiblement parallèles à l'axe 122. De légers écarts d'orientation sont possibles.
- [0062] La [Fig.7] représente un autre mode de réalisation d'un câble 150, toujours à section elliptique également repérée 102. Comme indiqué précédemment, un câble à section non circulaire peut avoir tendance à vriller autour de son axe principal ce qui peut entraîner des difficultés lors de l'enroulement du câble au passage des éléments de guidage et pour son bon positionnement sur le touret. Pour limiter le risque de vrillage, le câble 100 à section elliptique représenté sur la [Fig.5] peut comprendre plusieurs couches de fils porteurs superposées et toronnées en sens inverse. Alternativement il est possible de tresser des fils porteurs en les croisant dans une seule couche. Le câble 150 apporte encore une alternative permettant de limiter le risque de vrillage autour de son axe principal 152. Le câble 150 comprend un premier ensemble 154 de fils porteurs entourant une âme 156 disposée au centre du câble 150, autrement dit à l'intersection du grand axe 158 et du petit axe 160 de la forme elliptique de la section du câble 150 perpendiculairement à son axe principal 152. Le câble 150 comprend de part et d'autre de son centre deux autres ensembles 162 et 164 de fils porteurs disposés de façon symétrique par rapport au grand axe 158. Les deux ensembles 162 et 164 peuvent ou non comporter une âme en leur centre. Sur la [Fig.7], le câble 150 ne comprend qu'une seule âme. Le nombre d'âme est fonction de l'utilisation du câble et notamment du nombre de signaux qu'il est susceptible de véhiculer. Le terme signal doit être compris au sens large. Il peut s'agir d'alimentation et/ou de données pouvant ou non être multiplexées sur une même âme.
- [0063] Pour réaliser un ensemble de fils porteurs sans âme véhiculant un signal, il est possible de disposer un fil porteur au centre de l'ensemble et plusieurs fils porteurs entourant ce fil porteur central.
- [0064] Les différents ensembles de fils porteurs 154, 162 et 164 sont avantageusement toronnés dans des sens différents afin de limiter le risque de vrillage. Par exemple, l'ensemble 154 est toronné dans le sens horaire et les ensembles 162 et 164, dans le sens antihoraire.

- [0065] La [Fig.8] représente un autre mode de réalisation d'un câble 170 à section 171 légèrement différente de la section elliptique 102. Par commodité, on définit un grand axe 172 et un petit axe 174 de la section du câble 170 de la même façon que pour une section elliptique. On retrouve dans le câble 170 les ensembles de fils porteurs 154, 162 et 164. Il est bien entendu possible de disposer dans le câble 170, une âme à section elliptique telle que représentée sur la [Fig.5], ou tout au moins une âme à section allongée, notamment oblongue. Le contour extérieur 175 de la section du câble 170, comprend quatre portions de droite 176, 178, 180 et 182 inclinées par rapport aux deux axes 172 et 174. Les portions de droite sont jointes par des congés de raccordement 184, 186, 188 et 190. Les deux axes 172 et 174 forment deux axes de symétrie de la section du câble 170.
- [0066] La [Fig.9] représente encore un autre mode de réalisation d'un câble 200 voisin du câble 170. A la différence du câble 170, dans la section 202 du câble 200, les congés de raccordement 184 et 188 sont remplacés par des portions de droite 204 et 206.
- [0067] Pour généraliser les différentes formes de sections rentrant dans le cadre de l'invention, le contour extérieur de la section est convexe afin d'éviter que des parties concaves du contour d'une spire ne viennent s'imbriquer dans des parties convexes de contour d'une autre spire, notamment d'une couche inférieure. Le contour extérieur 207 possède deux axes de symétrie, repérés 208 et 210 sur la [Fig.9]. Les axes 208 et 210 sont perpendiculaires et on peut les assimiler au grand axe et au petit axe d'un contour elliptique. La longueur L du contour mesurée selon le grand axe 208 est supérieure strictement à la longueur l du contour mesurée selon le petit axe 210. On définit une troisième longueur l_1 du contour parallèlement à la longueur l , à la moitié de la distance séparant le contour de l'intersection des deux axes de symétrie, le long du grand axe 208. La longueur l_1 est inférieure strictement à la longueur l . La condition où la longueur l_1 est inférieure strictement à la longueur l permet à une spire d'une couche de pouvoir se caler entre deux spires jointives d'une couche inférieure comme représenté sur la [Fig.6a]. Il est possible de s'éloigner d'une forme de contour de section strictement elliptique en fonction des moyens de production du câble et notamment de son enveloppe extérieure. Une forme oblongue à faible largeur peut également remplir la condition énoncée ci-dessus.

Revendications

- [Revendication 1] Câble de traction destiné à être enroulé sur un touret (120) selon plusieurs couches (124, 126, 128), le câble (100 ; 150 ; 170 ; 200) s'étendant selon un axe principal (106 ; 152) et possédant une section (102 ; 172 ; 202) perpendiculaire à l'axe principal et sensiblement constante le long du câble, un contour extérieur (175 ; 207) de la section étant convexe, le contour extérieur possédant deux axes de symétrie perpendiculaires dont un grand axe (158 ; 172 ; 208) et un petit axe (160 ; 174 ; 210), une première longueur (L) du contour extérieur définie selon le grand axe étant supérieure strictement à une deuxième longueur (l) du contour définie selon le petit axe, une troisième longueur (l1) du contour extérieur étant définie parallèlement à la deuxième longueur (l) à la moitié de la distance séparant le contour extérieur de l'intersection des deux axes de symétrie le long de l'axe de symétrie sur lequel est mesuré la première longueur (L), la troisième longueur (l1) étant inférieure strictement à la deuxième longueur (l).
- [Revendication 2] Câble de traction selon la revendication 1, dans lequel le contour extérieur de la section (102) possède une forme elliptique.
- [Revendication 3] Câble de traction selon la revendication 1, dans lequel le contour extérieur de la section comprend quatre portions de droite (176, 178, 180, 182) inclinées par rapport aux deux axes de symétrie (172, 174), et dans lequel les portions de droite sont jointes par des congés de raccordement (184, 186, 188, 190).
- [Revendication 4] Câble de traction selon la revendication 1, dans lequel le contour extérieur de la section comprend :
- quatre portions de droite (176, 178, 180, 182) inclinées par rapport aux deux axes de symétrie (208, 210),
 - deux portions de droites parallèle au grand axe, situées au niveau du petit axe et joignant chacune deux des quatre portions de droite (176, 178, 180, 182) inclinées,
 - deux congés de raccordement (186, 190) situés au niveau du grand axe et joignant chacun deux des quatre portions de droite (176, 178, 180, 182) inclinées.
- [Revendication 5] Câble de traction selon l'une des revendications précédentes, comprenant
- au moins une âme (104 ; 156) configurée pour transmettre un signal et s'étendant parallèlement à l'axe principal,

- au moins un ensemble de fils porteurs toronnés (108 ; 154, 162,164) assurant une résistance en traction du câble.

- [Revendication 6] Câble de traction selon la revendication 5, comprenant plusieurs ensembles de fils porteurs toronnés (154, 162, 164) répartis le long du grand axe et assurant conjointement une résistance en traction du câble, au moins deux des ensembles étant toronnés dans des sens opposés, l'au moins une âme étant disposée à l'intérieur d'un des ensembles.
- [Revendication 7] Câble de traction selon la revendication 6, dans lequel les ensembles de fils porteurs sont disjoints les uns des autres.
- [Revendication 8] Câble de traction selon l'une des revendications 6 ou 7, comprenant plusieurs âmes configurées pour transmettre une information entre des extrémités du câble et dans lequel chacune des âmes est disposée respectivement à l'intérieur d'un des ensembles.
- [Revendication 9] Câble de traction selon la revendication 7, comprenant une seule âme (156) configurée pour transmettre un signal le long du câble, l'âme étant disposée dans un premier (154) des ensembles toronnés dans un premier sens et dans lequel, au moins deux autres (162, 164) des ensembles, dépourvus d'âme, sont toronnés dans un sens opposé.
- [Revendication 10] Câble de traction selon l'une des revendications 5 à 9, dans lequel l'au moins une âme (104) possède une section aplatie.

[Fig. 1]

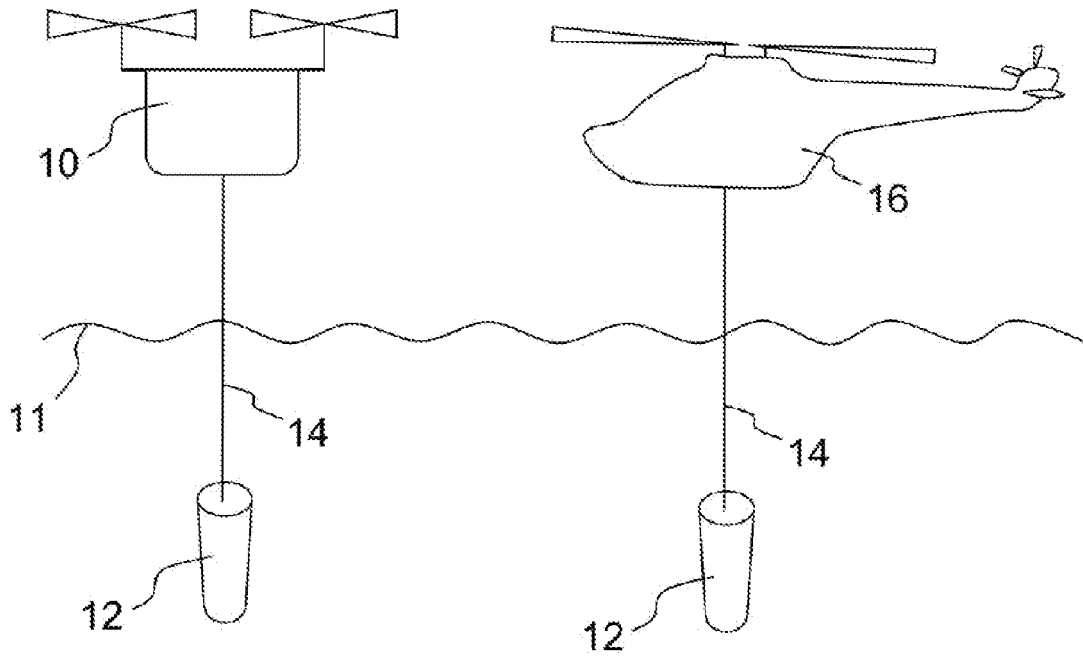


FIG. 1a

FIG. 1b

[Fig. 2]

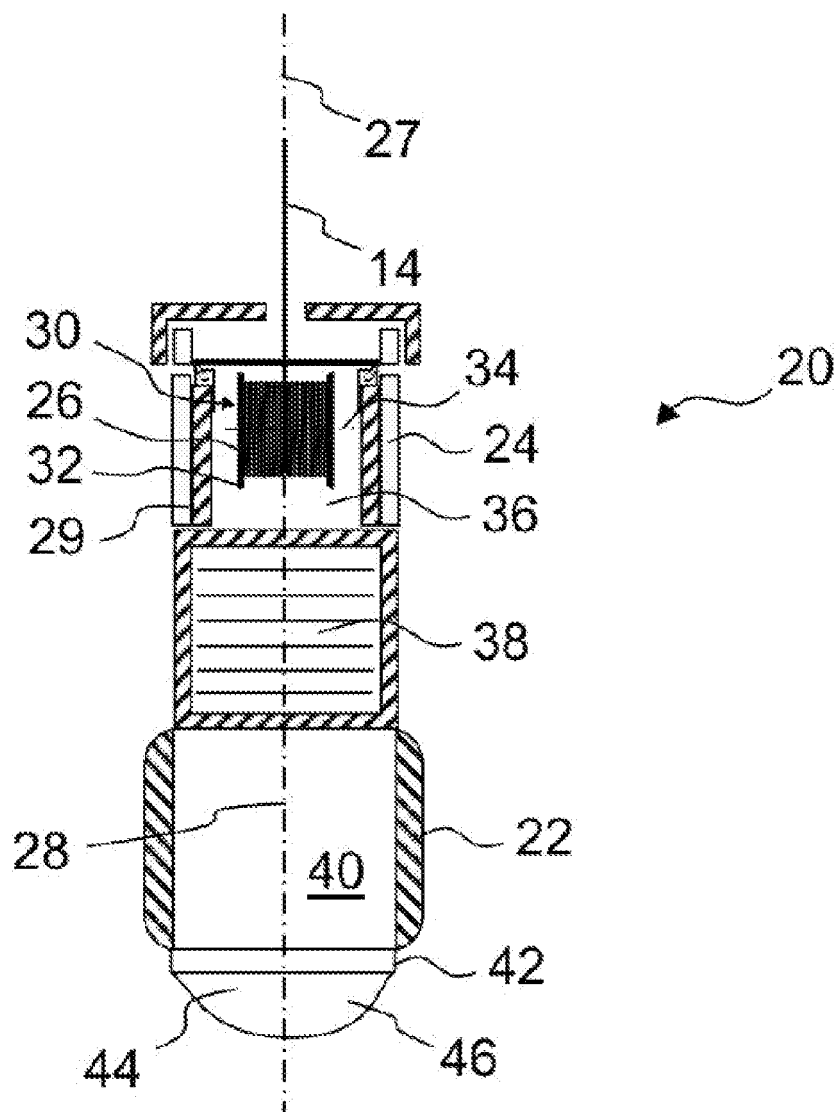


FIG.2

[Fig. 3]

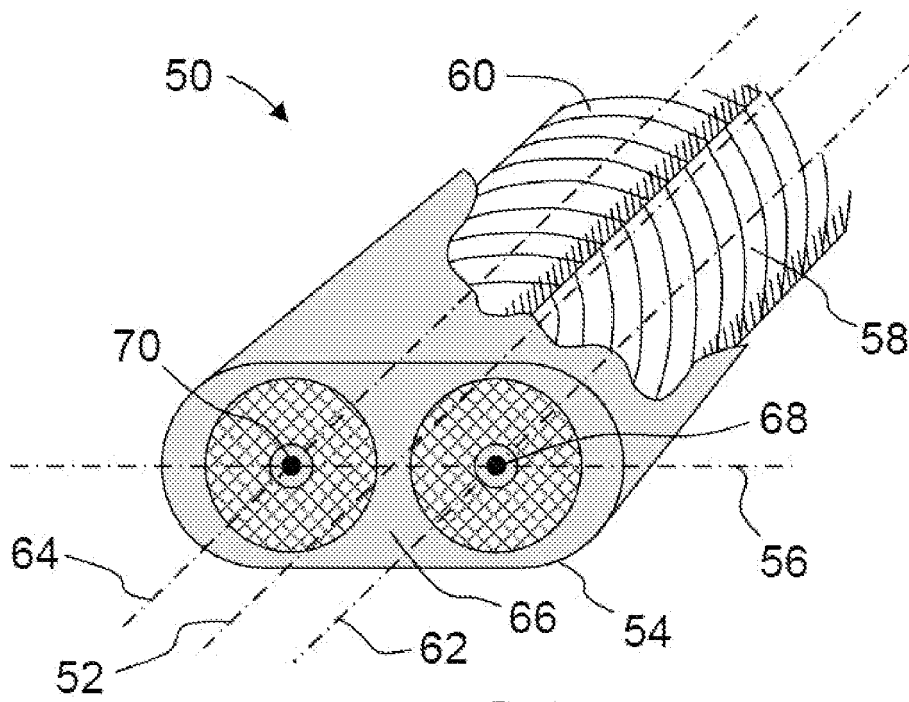


FIG. 3

[Fig. 4a]

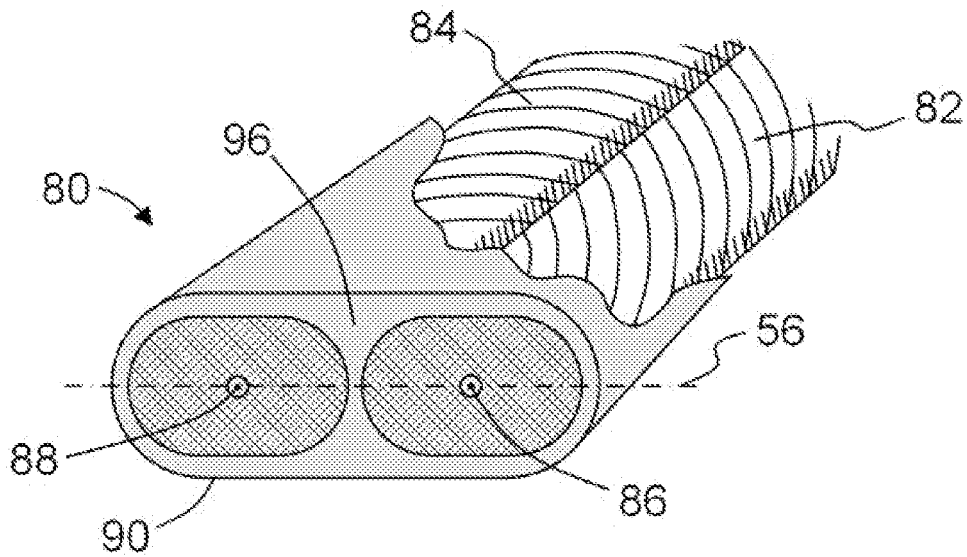
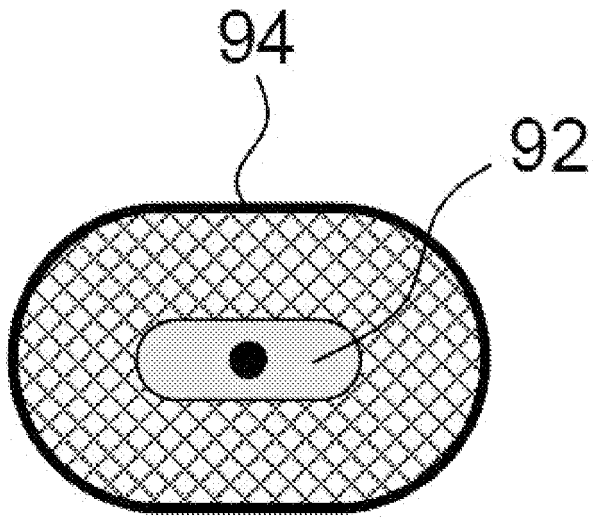
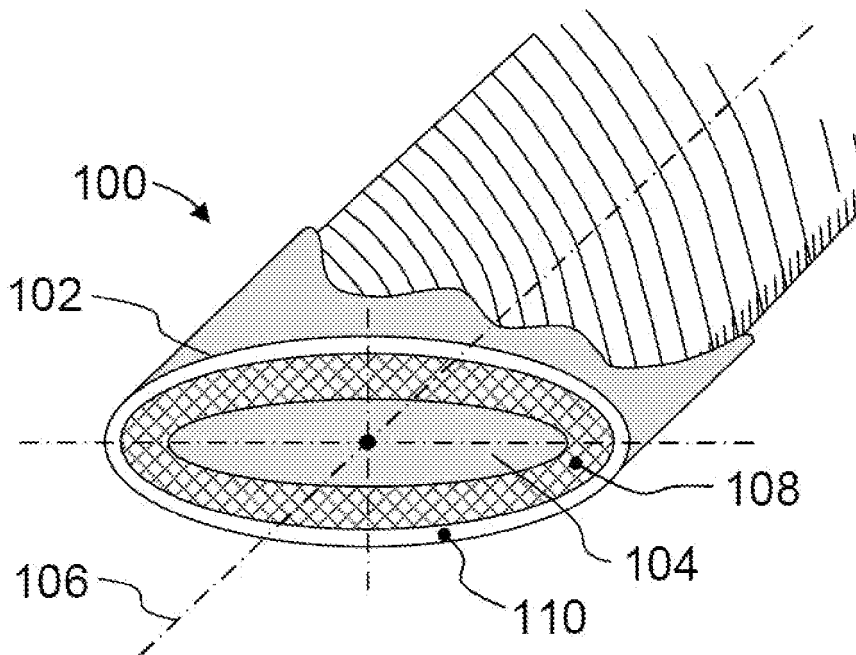


FIG 4a

[Fig. 4b]

**FIG. 4b**

[Fig. 5]

**FIG. 5**

[Fig. 6a]

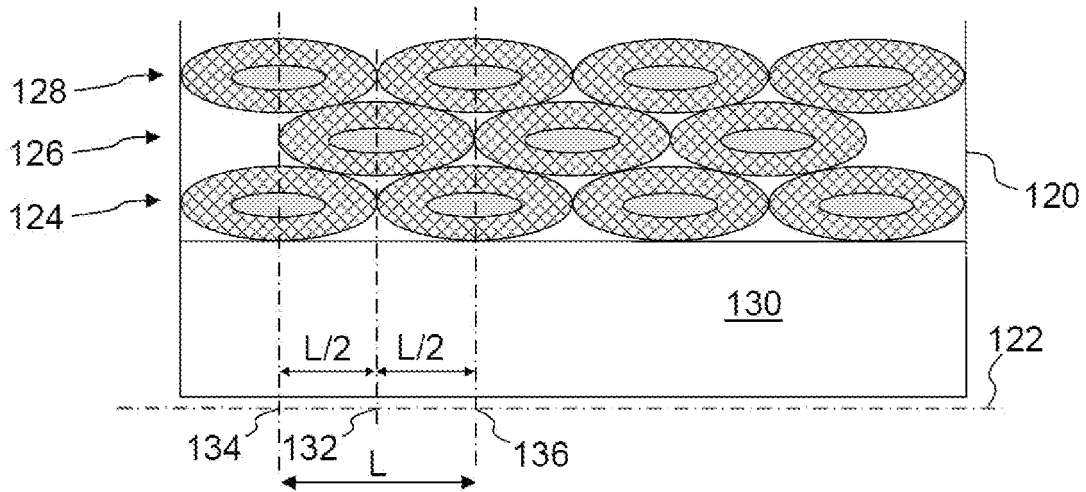


FIG.6a

[Fig. 6b]

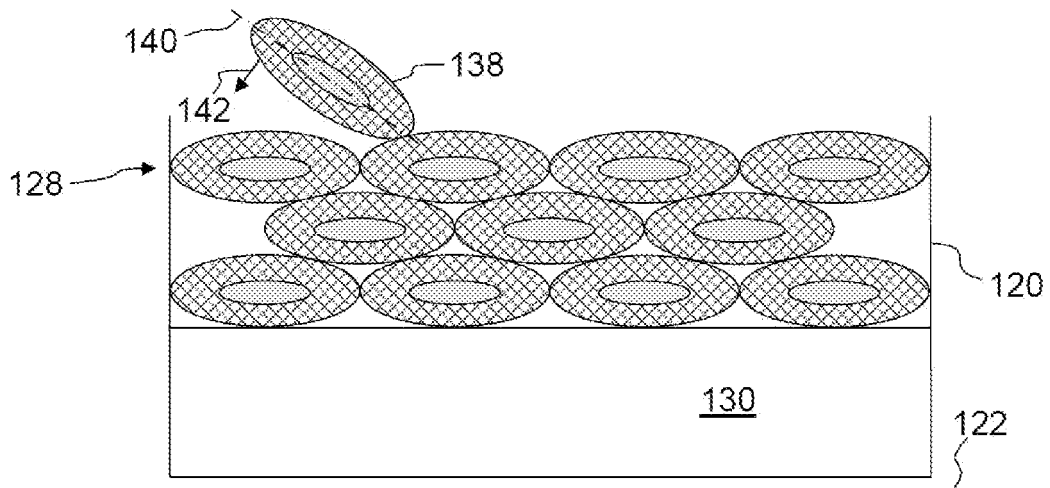


FIG.6b

[Fig. 6c]

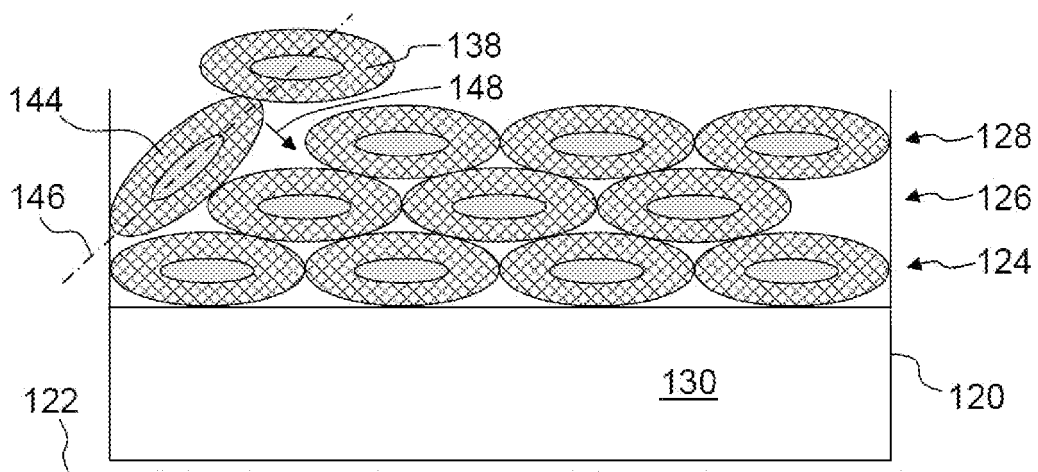


FIG.6c

[Fig. 7]

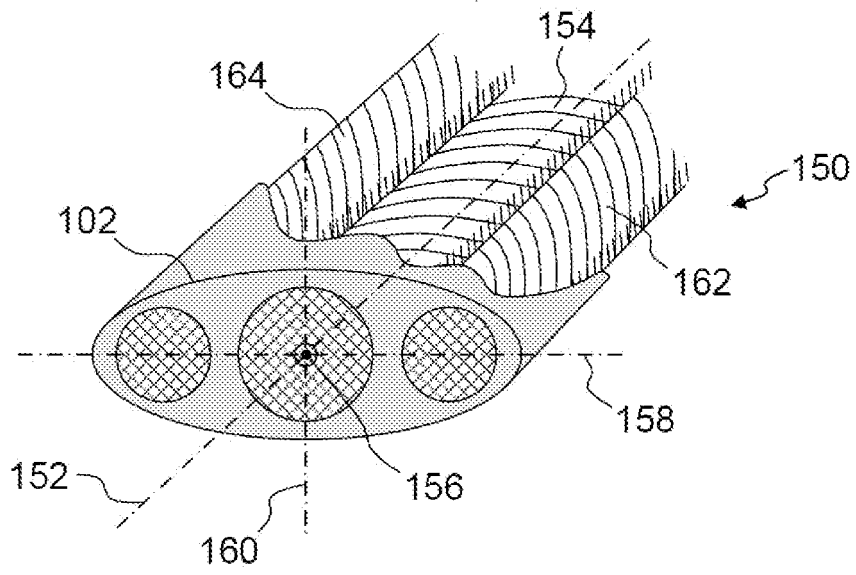


FIG. 7

[Fig. 8]

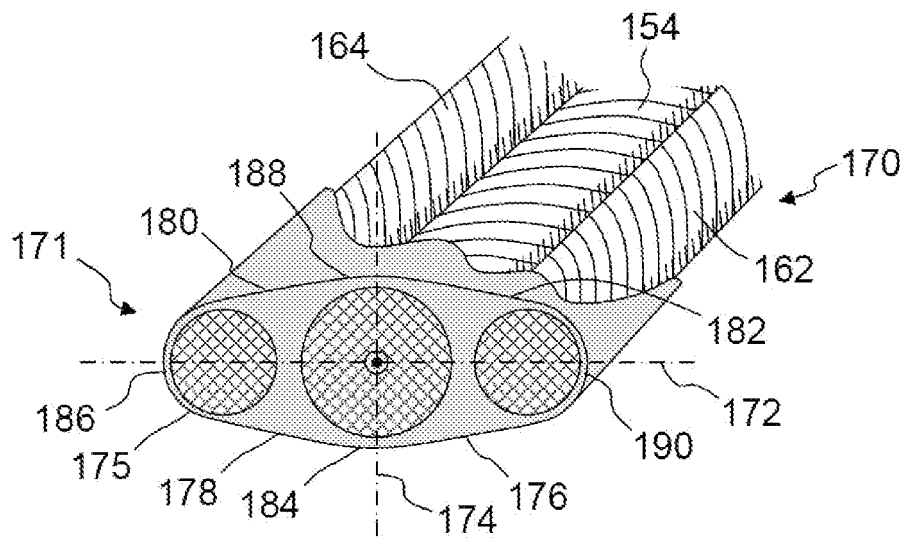


FIG. 8

[Fig. 9]

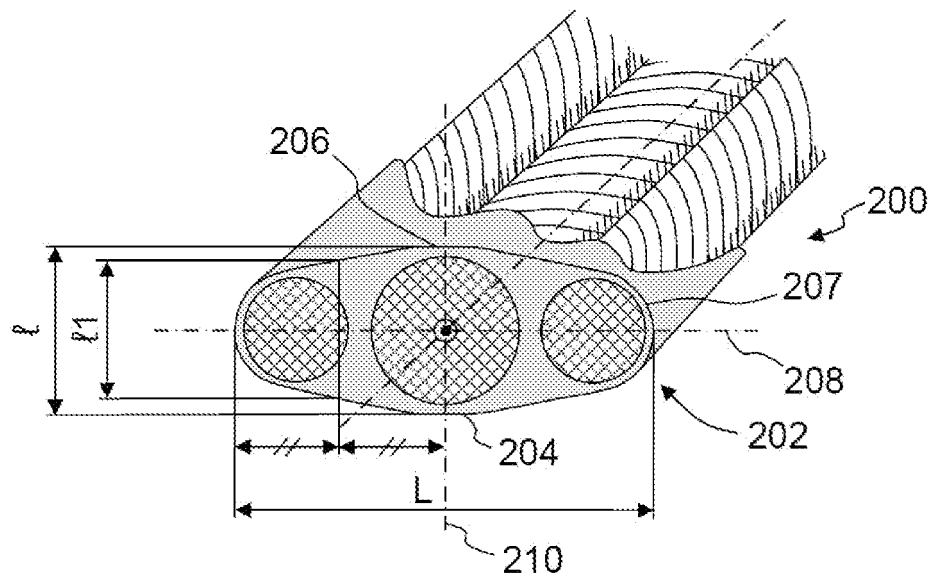


FIG.9

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2212944 FA 913728**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **05-06-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 103663057	A	26-03-2014	AUCUN	

EP 3594163	A1	15-01-2020	CN 110615334 A	27-12-2019
			EP 3594163 A1	15-01-2020
			US 2019382241 A1	19-12-2019

EP 2203373	A2	07-07-2010	CN 101827772 A	08-09-2010
			EP 2203373 A2	07-07-2010
			ES 2449748 T3	21-03-2014
			US 2010243378 A1	30-09-2010
			US 2014332321 A1	13-11-2014
			WO 2009050182 A2	23-04-2009

FR 2934376	A1	29-01-2010	AUCUN	
